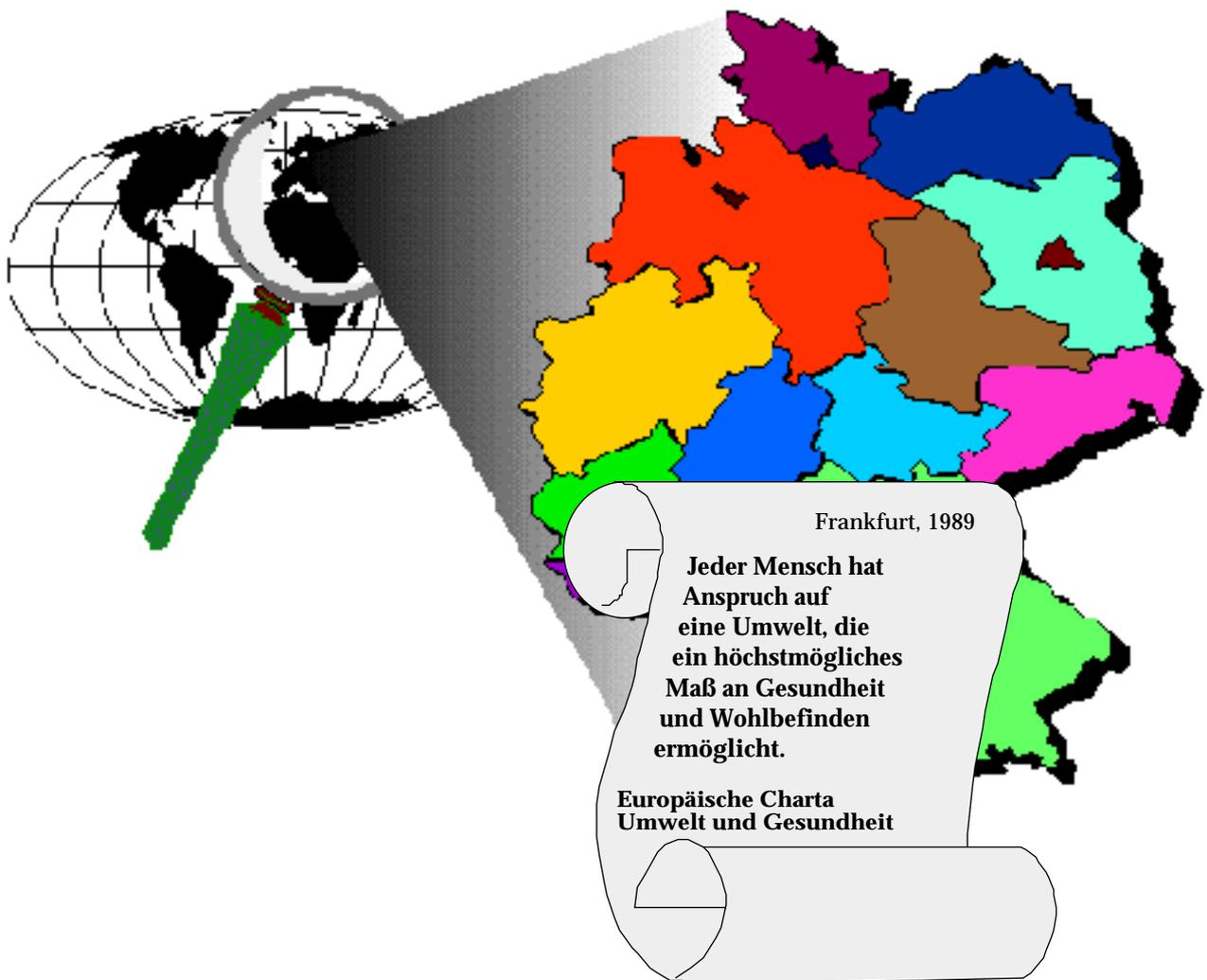


DOKUMENTATION ZUM AKTIONSPROGRAMM UMWELT UND GESUNDHEIT

Sachstand - Problemaufriß - Optionen



Die Dokumentation wurde erstellt vom

- Bundesinstitut für gesundheitlichen Verbraucherschutz und Veterinärmedizin - BgVV
- Robert Koch-Institut - RKI
- Umweltbundesamt - UBA

unter Mitwirkung des Beraterkreises zum Aktionsprogramm Umwelt und Gesundheit:

- | | |
|--------------------------------|---------------------------------------|
| - Dr. Günter Baitsch | - PD Dr. Dr. Andreas Kappos |
| - Prof. Dr. Hartmut Dunkelberg | - Prof. Dr. Werner Lutz |
| - Prof. Dr. Heyo Eckel | - PD Dr. Volker Mersch-Sundermann |
| - Prof. Dr. Thomas Eikmann | - Prof. Dr. Karl Ernst von Mühlendahl |
| - Dr. Rainer Flöhl | - Dr. Dr. Dr. Felix Tretter |
| - Dr. Ursel Heudorf | - Prof. Dr. Peter M. Wiedemann |

Herausgeber:

Bundesministerium für Gesundheit
53108 Bonn

Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und
Reaktorsicherheit
Postfach 12 06 29
53048 Bonn

Juni 1999

INHALTSVERZEICHNIS

1	Einführung	1
1.1	Der Weg von Frankfurt über Helsinki nach London	1
1.2	Erarbeitung des Aktionsprogramms Umwelt und Gesundheit in Deutschland	3
1.3	Umwelt und Gesundheit - Standpunkte und Perspektiven	5
1.4	Das politisch-gesellschaftliche Problemfeld „Umwelt und Gesundheit“ in Deutschland	7
2	Umwelt und Gesundheit - Fachlicher Hintergrund	15
2.1	Umweltbezogene Gesundheitsstörungen	15
2.1.1	Atemwegserkrankungen und Außenluftbelastung	18
2.1.2	Krebs	20
2.1.3	Allergien	24
2.1.4	Störungen der Fertilität und Reproduktionsfähigkeit des Menschen	28
2.1.5	Herz-Kreislaufstörungen und Lärm	32
2.1.6	Umweltassoziierte Gesundheitsstörungen im engeren Sinne („Umweltsyndrome“)	33
	„Sick Building“-Syndrom (SBS)	34
	Multiple Chemical Sensitivity (MCS)	35
	Chronic Fatigue Syndrome (CFS)	39
	Fibromyalgie-Syndrom (FMS)	40
	Elektromagnetische Hypersensibilität	41
	Konsequenzen	41
2.2	Möglichkeiten und Grenzen der Umweltmedizin	42
2.2.1	Was ist Umweltmedizin?	42
2.2.2	Diagnostische Möglichkeiten und methodische Grenzen	46
2.3	Methodischer Hintergrund	47
2.3.1	Epidemiologie	47
2.3.2	Toxikologie	50
2.3.3	Klinische Fallbeschreibungen	53
2.3.4	Umweltstandards	53
2.3.5	Wissenschaftliche Bewertung und gesellschaftliche Wertung	57
2.3.5.1	Der Risikomanagement-Prozeß	57
2.3.5.2	Die Risikobewertung (risk assessment)	61
2.3.5.3	Untersuchung von Maßnahmealternativen	62
2.3.5.4	Risikovergleiche	63
2.3.5.5	Evaluation von Maßnahmen	64
2.3.5.6	Gesellschaftliche Risikowahrnehmung	64
2.4	Datenquellen	65

2.4.1	Verfügbare Gesundheitsdaten	67
2.4.1.1	Daten der amtlichen Statistik	67
2.4.1.2	Daten der Krankenkassen	68
2.4.1.3	Spezifische Krankheitsregister	69
2.4.1.4	Bevölkerungsbezogene Krebsregister	70
2.4.1.5	Fehlbildungsregister	71
2.4.1.6	Repräsentative Bevölkerungserhebungen - Gesundheitssurveys	71
2.4.1.7	Beobachtungspraxen	72
2.4.2	Verfügbare Umweltdaten	73
2.4.2.1	„Daten zur Umwelt“ (UBA)	73
2.4.2.2	Umwelt-Survey	73
2.4.3	Vorliegende Daten zum Zusammenhang von Umwelt und Gesundheit	74
2.4.3.1	Die Nationalen Gesundheitssurveys und der Gesundheitssurvey Ost	74
2.4.3.2	Umwelt-Surveys	77
2.4.3.3	Spontanmeldesystem von Gesundheitsstörungen durch Chemikalien	81
2.4.3.4	Bank für Human-Organproben der Umweltprobenbank des Bundes	82
2.4.3.5	Frauenmilch- und Dioxin-Humandatenbank	84
2.4.4	Beispiele umweltepidemiologischer Studien in Deutschland	86
2.4.4.1	Monitoringprojekte, Surveys, Surveillance- und Sentinel-Projekte Wirkungskataster-Untersuchungen	87
2.4.4.2	Regionale Vergleiche (Ost-West)	88
2.4.4.3	Untersuchungen im Zusammenhang mit Wirkungskatastern der Luftreinhaltungspläne	89
2.4.4.4	Untersuchungen zur Altlasten-Problematik	91
2.5	Informations- und Kommunikationssysteme	93
2.5.1	Datenbanken	94
2.5.2	Internet	96
2.5.3	Das Umweltmedizinische Mailbox-Projekt UmInfo	98
2.5.4	„Offline-Systeme“	99
2.5.5	Gemeinsamer Stoffdatenpool Bund / Länder (GSBL)	101
3	Umwelt und Gesundheit - Gesundheitsrelevante Umweltprobleme	102
3.1	Lärm	103
3.2	Luft	106
3.2.1	Außenluft	107
3.2.2	Innenraumluft	111
3.3	Strahlung	117

3.3.1	Ionisierende Strahlung	118
3.3.2	Nichtionisierende Strahlung	121
3.3.2.1	Elektromagnetische Felder	122
3.3.2.2	UV-Strahlung	124
3.4	Wasser	127
3.4.1	Grundwasser	127
3.4.2	Trinkwasser	128
3.4.3	Badewasser	132
3.4.4	Abwasser	134
3.5	Boden und Altlasten	137
3.5.1	Boden	138
3.5.2	Altlasten	139
3.6	Siedlungshygiene	140
3.6.1	Abfallbeseitigung	140
3.6.2	Hygieneschädlinge im Siedlungsbereich	142
3.7	Lebensmittel und Bedarfsgegenstände	144
3.7.1	Lebensmittel	144
3.7.2	Frauenmilch	147
3.7.3	Bedarfsgegenstände	149
3.8	Ausgewählte Produkte	151
3.8.1	Bauprodukte	151
3.8.2	Haushaltschemikalien	154
3.8.3	Biozide und Pflanzenschutzmittel	156
3.9	Ausgewählte Umwelttoxine	158
3.9.1	Schwermetalle	158
3.9.1.1	Blei	159
3.9.1.2	Quecksilber	161
3.9.2	Persistierende organische Verbindungen	162
3.9.2.1	Polychlorierte Biphenyle	162
3.9.2.2	Dioxine	165
3.10	Störfälle	166

3.11	Gesundheitliche Aspekte globaler Umweltveränderungen	168
3.11.1	Zerstörung der Ozonschicht	170
3.11.2	Veränderung des globalen Klimas	173
3.12	Maßnahmenumsetzung	177
4	Umwelt und Gesundheit - Standortbeschreibung - Strategien - Maßnahmenvorschläge	179
4.1	Umweltbezogene Gesundheitsbeobachtung bzw. gesundheitsbezogene Umweltberichterstattung	179
4.1.1	Der Bundes-Gesundheitssurvey 1997/98	179
4.1.2	Umwelt-Survey und Humanprobenbank	181
4.1.3	Das Konzept für ein Umweltbeobachtungsprogramm des Bundes	182
4.1.4	Das Konzept einer umweltbezogenen Gesundheitsberichterstattung bzw. einer gesundheitsbezogenen Umweltberichterstattung	183
4.1.5	Das Konzept eines Umwelt-Gesundheits-Surveillance-Systems	184
4.2	Risikobewertung und Standardsetzung	187
4.2.1	Zur Harmonisierung von Umweltstandards - Probleme und Lösungsansätze	187
4.2.2	Ziele und Rahmenbedingungen für eine Harmonisierung der Ableitung gesundheitsbezogener Umweltstandards	188
4.2.2.1	Problematik und Empfehlungen	188
4.2.2.2	Rechtliche Aspekte der Standardsetzung	193
4.2.2.3	Synopsis der in Deutschland bestehenden Verfahren zur Erarbeitung gesundheitsbezogener Umweltstandards	195
4.2.2.4	Gesundheitsbezogene Umweltstandards: Stand und Perspektiven	196
4.2.3	Einsetzung einer Arbeitsgruppe zu grundsätzlichen und methodischen Fragen der medienübergreifenden Standardsetzung	197
4.3	Informationsmanagement	199
4.4	Risikokommunikation und Bürgerbeteiligung	206
4.4.1	Risikokommunikation und Risikomanagement	206
4.4.2	Anlaß und Ziele der Risikokommunikation	208
4.4.3	Erfolg von Risikokommunikation	209
4.4.4	Differenzen bei der Risikobewertung	211
4.4.4.1	Bewertungsdifferenzen zwischen Laien und Experten	211
4.4.4.2	Ein allgemeines Modell von Bewertungsdifferenzen	212
4.4.5	Gattungen von Risikokommunikation	214
4.4.5.1	Koordination von Risikodialogen und -diskursen	215
4.4.5.2	Aufklären über Risiken	216
4.4.6	Ansätze zur Verbesserung der behördlichen Risikokommunikation	219

4.4.6.1	Organisatorische Verbesserungen	223
4.5	Umweltmedizin	224
4.5.1	Standortbestimmung	224
4.5.2	Methodisches Instrumentarium der Umweltmedizin	225
4.5.3	Probleme der Qualitätssicherung	227
4.5.4	Organisationsformen der Umweltmedizin	229
4.5.5	Strukturelle Anbindung der „Klinischen Umweltmedizin“	229
4.5.6	Förderung der Umweltmedizin durch die zuständigen wissenschaftlichen Bundesoberbehörden - Zuständigkeiten, Arbeitsschwerpunkte und Kooperation	234
4.6	Forschung zu Umwelt und Gesundheit	238
4.6.1	Rahmenbedingungen	238
4.6.2	Relevante Forschungsfelder	239
	Umweltassoziierte Gesundheitsstörungen	241
	Defizite in der Humantoxikologie	241
	Optimierung von Expositionsmodellen	243
	Evaluation von Register- und Monitoring-Systemen	244
	Prioritäre Expositionen	244
	Harmonisierung der gesundheitsbezogenen Standardsetzung	250
	Praxisorientierte Risikokommunikation / Evaluation von Bürgerbeteiligungsmodellen	251
	Forschungsprojekte, die sich speziell auf die Erfordernisse der Risikokommunikation von Bundesoberbehörden beziehen	251
	Evaluation der Umweltmedizin	252
4.6.3	Forschungskoordination	253

1 Einführung

1.1 Der Weg von Frankfurt über Helsinki nach London

In den letzten Jahrzehnten hat sich die Erkenntnis durchgesetzt, daß der vorsorgende Schutz und die Förderung der menschlichen Gesundheit nicht allein durch die Medizin und die medizinischen Versorgungsstrukturen gewährleistet werden kann. Zum Gesundheitsschutz der Bevölkerung müssen die vielfältigen Einflüsse aus der Umgebung des Menschen, die sich auf seine Gesundheit auswirken können, kontrolliert werden. Die Qualität der vom Menschen im Rahmen seiner technologischen und zivilisatorischen Entwicklung veränderten Umwelt ist im Hinblick auf Leben und Gesundheit eine wichtige Einflußgröße. Dies gilt besonders mit Blick auf künftige Generationen.

Den Grundstein für eine globale Gesundheitsstrategie legte die 30. Weltgesundheitsversammlung im Mai 1977 mit der Resolution WHO 30.43, in der es heißt, daß „das wichtigste soziale Ziel der Regierungen und der WHO in den kommenden Jahrzehnten sein sollte, daß alle Bürgerinnen und Bürger der Welt bis zum Jahr 2000 ein gesundheitliches Niveau erreicht haben, das es ihnen erlaubt, ein gesellschaftlich und wirtschaftlich produktives Leben zu führen“.

Im Hinblick auf dieses Ziel einigten sich die Mitgliedstaaten der Weltgesundheitsorganisation in der Europäischen Region (WHO-Euro) 1984 durch Verabschiedung der Strategie „**Gesundheit für alle**“ erstmalig auf eine gemeinsame Gesundheitspolitik mit einer Reihe von Zielvorgaben bis zum Jahr 2000. In der Erkenntnis, daß die menschliche Gesundheit von einem breiten Spektrum von Umweltfaktoren abhängig ist, definierten die Mitgliedstaaten unter den insgesamt 38 Zielen dieser Strategie auch sieben Ziele zum umweltbezogenen Gesundheitsschutz, die sowohl die direkten Auswirkungen von Umweltfaktoren (z.B. physikalische, chemische oder biologische Noxen) als auch die indirekten Auswirkungen psychosozialer Faktoren auf Gesundheit und Wohlergehen, u. a. Wohnverhältnisse und Stadtentwicklung betreffen.

Der Ursprung zahlreicher internationaler Initiativen zum Schutz der Umwelt, die teilweise parallel zu den WHO-Euro-Aktivitäten verlaufen, geht auf den von den Vereinten Nationen skizzierten Weg zu einer nachhaltigen Entwicklung zurück. Nachhaltige Entwicklung bedeutet dabei „Entwicklung, die die Bedürfnisse der Gegenwart befriedigt, ohne die Möglichkeit aufs Spiel zu setzen, daß künftige Generationen ihre eigenen Bedürfnisse befriedigen können“.

Bei der Umsetzung der Ziele der Strategie „Gesundheit für alle“ hat das europäische Regionalbüro der WHO erkannt, daß für den Bereich "environmental health"¹ europaweit Verbesserungen nur im

¹ Einen passenden deutschen Begriff gibt es für „Environmental Health“ nicht. WHO-Euro definiert Environmental Health (EH): „Environmental health comprises those aspects of human health, including quality of life, that are determined by physical, biological, social and psychological factors in the environment. It also refers to the theory and practice of assessing, correcting, controlling and preventing those factors in the environment that potentially affect adversely the health of present and future generations“. Im deutschen Sprachgebrauch umfaßt EH sowohl die Umwelteinwirkungen auf die menschliche Gesundheit als auch den umweltbezogenen Gesundheitsschutz (Umwelthygiene, Umweltmedizin) und den gesundheitsbezogenen Umweltschutz.

Zusammenwirken der Verantwortlichen für die Sektoren Gesundheit und Umweltschutz möglich ist. Deutschland hat diesen Gedanken aktiv unterstützt und dazu beigetragen, daß die Erste Europäische Konferenz „Umwelt und Gesundheit“ 1989 in Frankfurt stattfand. Die Konferenz, an der die Gesundheits- und die Umweltminister der europäischen Region teilnahmen, fiel in die Zeit des großen Umbruches im Osten und ermöglichte offene Diskussionen und richtungsweisende Beschlüsse. Als zentrales und wegweisendes Dokument wurde auf der Konferenz die **Europäische Charta „Umwelt und Gesundheit“** verabschiedet, deren Grundsätze für lange Zeit Gültigkeit haben dürften. In dieser Charta werden u.a. Rechte und Pflichten definiert. Zu den Rechten ist dort ausdrücklich festgehalten:

„Jeder Mensch hat Anspruch

- auf eine Umwelt, die ein höchstmögliches Maß an Gesundheit und Wohlbefinden ermöglicht
- auf Informationen und Anhörung über die Lage der Umwelt, sowie über Pläne, Entscheidungen und Maßnahmen, die voraussichtlich Auswirkungen auf Umwelt und Gesundheit haben,
- auf Teilnahme am Prozeß der Entscheidungsfindung."

Als konkretes Ergebnis dieser WHO-Initiative wurde mit Sitz in Bilthoven (Niederlande), Rom und Nancy mit finanzieller Unterstützung der dortigen nationalen Regierungen das **Europäische Zentrum für Umwelt und Gesundheit** (European Centres for Environmental Health) eingerichtet.

Die mit der Frankfurter Konferenz begonnenen Aktivitäten der WHO in Europa sind auch als Reaktion auf die wachsende Besorgnis der europäischen Öffentlichkeit über Umwelteinflüsse auf den Gesundheitszustand zu verstehen. In Vorbereitung auf die Konferenz der Vereinten Nationen über Umwelt und Entwicklung (UNCED), die 1992 in Rio de Janeiro stattfand, etablierte die WHO eine Kommission für Gesundheit und Umwelt, deren Bericht „**Our Planet, our Health**“ der UNCED ein umfassendes Bild über die Weltgesundheitslage in diesem Kontext vermittelt.

Zur Umsetzung des Leitbildes der nachhaltigen Entwicklung wurde in Rio ein Aktionsprogramm für eine gesellschaftlich und wirtschaftlich dauerhafte und umweltgerechte Entwicklung im 21. Jahrhundert verabschiedet. Diese sogenannte „**Agenda 21**“ basiert auf der Erkenntnis, daß eine dauerhafte und umweltgerechte Entwicklung von den Regierungen und Völkern neue Denkansätze verlangt. Ohne einen solchen Wertewandel würde die Umwelt noch stärker belastet werden, was letztlich die Lebensqualität und Gesundheit sowie die Chancen zukünftiger Generationen weiter beeinträchtigen würde.

Zur Konkretisierung der 1989 im Rahmen der Europäischen Charta „Umwelt und Gesundheit“ beschlossenen allgemeinen Zielsetzungen wurde in einem ersten Schritt zur 2. Konferenz „Umwelt und Gesundheit“ der WHO 1994 in Helsinki ein umfassender Situationsbericht über den umweltbezogenen Gesundheitsschutz in Europa vorgelegt. Dieser Bericht mit dem Titel „**Sorge um Europas Zukunft (Concern for Europe’s Tomorrow)**“ wurde von dem Europäischen Zentrum für Umwelt und Gesundheit unter Einbeziehung des wissenschaftlichen Sachverständes der Region

erarbeitet. Aufbauend auf diesem Bericht wurde ein **Europäischer Aktionsplan „Umwelt und Gesundheit für Europa“ (EHAPE)** mit konkreten Zielsetzungen und Handlungsstrategien entwickelt, der auf der Zweiten Europäischen Konferenz verabschiedet wurde. Die Teilnehmer verpflichteten sich, diesen Europäischen Aktionsplan jeweils durch **„Nationale Aktionspläne Umwelt und Gesundheit“ (NEHAP)** umzusetzen, die bis Ende 1997 erstellt werden sollten. Zur Koordination wurde ein „European Environment and Health Committee (EEHC, Europäischer Ausschuss Umwelt und Gesundheit)“ eingerichtet.

Die 2. Konferenz, zu deren Gelingen Deutschland als Gastgeber bei der Vorkonferenz in Hamburg beigetragen hat, fand in einem gegenüber 1989 politisch völlig veränderten Europa statt. Die Zahl der Mitgliedstaaten hatte sich von 29 auf 50 erhöht. Gleichzeitig mit dem politischen Wandel waren signifikante Veränderungen der demographischen und sozialen Struktur der europäischen Bevölkerung eingetreten, gefolgt von einer weitreichenden wirtschaftlichen Rezession mit steigender Arbeitslosigkeit, insbesondere unter jungen Menschen. Die meisten mittel- und osteuropäischen Länder (MOE) und die unabhängigen Nachfolgestaaten der ehemaligen Sowjetunion (GUS) sind seitdem bei ihrem Übergang von der Planwirtschaft zur Marktwirtschaft mit großen Wirtschaftsproblemen konfrontiert. Sie haben darüber hinaus mit besonderen umwelthygienischen Problemen zu kämpfen, zu deren Lösung oft die erforderlichen Institutionen und personellen Kapazitäten fehlen. Aber auch in anderen Teilen Europas bestehen teilweise noch erhebliche Umwelt- und Gesundheitsprobleme. Auch hier belastet die wirtschaftliche Rezession und Globalisierung die eigenständige Problembewältigung. Zusätzlich werden aber insbesondere den führenden Industrienationen erhebliche Anstrengungen zur gesellschaftlichen und wirtschaftlichen Umgestaltung mit dem Ziel einer dauerhaften und umweltgerechten Entwicklung abverlangt.

1999 sollen auf der 3. Europäischen Konferenz „Umwelt und Gesundheit“ in London zur Konsolidierung des eingeschlagenen Weges die mit den Nationalen Aktionsplänen Umwelt und Gesundheit gemachten Erfahrungen ausgewertet werden.

1.2 Erarbeitung des Aktionsprogrammes Umwelt und Gesundheit in Deutschland

Das Muster für Nationale Aktionspläne Umwelt und Gesundheit liefert der Europäische Aktionsplan, der für die Maßnahmen in den Ländern neben Managementinstrumenten eine umfassende politische Orientierung hinsichtlich des Umweltschutzes vorsieht, soweit er von gesundheitlicher Relevanz ist.

Eine solche umfassende Neukonzeption zielt vor allem auf die Bedürfnisse der sich im Umbruch befindlichen Staaten des früheren Ostblocks.

In Deutschland sind in den zurückliegenden Jahren bereits wesentliche Teile einer solchen Konzeption durch Politik und Gesetzgebung zu gesundheitsrelevanten Umwelteinflüssen verwirklicht worden. Diese erfolgreiche deutsche Umweltpolitik, die die Gesundheit des Menschen schützt und fördert, wird fortgesetzt. Dies betrifft sowohl übergreifende Politikbereiche, insbesondere Energie und Verkehr, als auch eine Vielzahl von Einzelzielen. Deutliche Defizite bestehen in Deutschland jedoch

hinsichtlich der bestehenden organisatorischen und strukturellen Voraussetzungen und der Managementstrategien im Bereich Umwelt und Gesundheit.

Das Bundesministerium für Gesundheit und das Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit haben vereinbart, ihren Verpflichtungen aus der Konferenz von Helsinki mit einem gemeinsamen Aktionsprogramm nachzukommen, das schwerpunktmäßig den Abbau dieser Defizite zum Inhalt hat. Im Mai 1997 haben sie „Informationen zu Zielen und Aufgaben des Gemeinsamen Aktionsprogramms ‘Umwelt und Gesundheit’ des Bundesumweltministeriums und des Bundesgesundheitsministeriums“ veröffentlicht.

Danach verfolgt das Aktionsprogramm das Ziel, den Bereich des gesundheitlichen Umweltschutzes und der Umweltmedizin im Rahmen einer Gesamtstrategie auf eine breitere, den aktuellen und zukünftigen Erfordernissen entsprechende Basis zu stellen. Mit der Erarbeitung der vorliegenden Dokumentation zum Aktionsprogramm wurden die für Umwelt und Gesundheit zuständigen wissenschaftlichen Bundesoberbehörden (Bundesinstitut für gesundheitlichen Verbraucherschutz und Veterinärmedizin - BgVV, Robert Koch-Institut - RKI, Umweltbundesamt - UBA und Bundesamt für Strahlenschutz - BfS) beauftragt. Durch die Einbindung eines interdisziplinären Beraterkreises wurde die fachliche Kompetenz auf eine breite Basis gestellt.

Zwischen BgVV, RKI und UBA wurden bereits im Zuge der Vorbereitung des Aktionsprogramms strukturelle Veränderungen zur besseren Kooperation auf dem Gebiet Umwelt und Gesundheit vereinbart. Am Robert Koch-Institut wurde ein Fachgebiet Umweltmedizin eingerichtet und in Zusammenarbeit mit der Dokumentations- und Informationsstelle für Umweltfragen (DISU) der Deutschen Akademie für Kinderheilkunde und Jugendmedizin der modellhafte Auf- und Ausbau eines umweltmedizinischen Informations- und Kommunikationssystems in Angriff genommen. Das neu am RKI etablierte WHO-Zentrum für Information und Kommunikation im Bereich Umwelt und Gesundheit stellt das Bindeglied zur internationalen Ebene dar. Als erste der drei Bundesbehörden wurde das BgVV inzwischen als Weiterbildungsstätte für das Gebiet Umweltmedizin anerkannt. In Kooperation mit Einrichtungen der Freien Universität, der Humboldt-Universität und Einrichtungen des Landes Berlin ist ein Curriculum für weiterbildungsinteressierte Ärztinnen und Ärzte ausgearbeitet worden.

Mit Förderung aus Mitteln des Bundes wurden in Kooperation mit der WHO-Euro mehrere international besetzte Workshops veranstaltet, so zu den Themen Umweltmedizin (Berlin, Januar 1996), Multiple Chemikalienüberempfindlichkeit/MCS (Berlin, Februar 1996), Information und Kommunikation (Michelstadt i. Odenwald, März 1997) und Implementation von lokalen Aktionsplänen und Information der Öffentlichkeit (Babelsberg, Januar 1998). Außerdem wurde im Rahmen des Umweltforschungsplans ein Forschungs- und Entwicklungsvorhaben „Harmonisierung gesundheitsbezogener Umweltstandards“ vergeben.

Ein zentrales Element des NEHAP-Prozesses ist die Einbindung nichtstaatlicher Organisationen. Auch in Deutschland soll die Umsetzung des Aktionsprogramms Umwelt und Gesundheit in intensivem Diskurs mit allen Beteiligten und Betroffenen erfolgen. Im Vorfeld (Herbst 1998) wurde von der Ärztekammer Niedersachsens ein Diskussionsforum „Umwelt und Gesundheit“ veranstaltet.

1.3 Umwelt und Gesundheit - Standpunkte und Perspektiven

Die seit einigen Jahren auch weltweit zunehmende und von Sorge getragene Diskussion zur Bedrohung der menschlichen Gesundheit durch anthropogene Umwelteinflüsse entwickelte sich vor dem Hintergrund einer umfassenden wissenschaftlich-technischen Revolution, die mit einem erheblichen Wachstum der Wirtschaft, des Verkehrs, des Ressourcen- und Energieverbrauches und daher mit einschneidenden Umweltveränderungen verbunden war. Quantitative und qualitative Änderungen der stofflichen Zusammensetzung können in den Bereichen Wasser, Luft und Lebensmittel für die Gesundheit einschneidende Folgen haben, insbesondere wenn potentiell gesundheitsgefährdende Stoffe beteiligt sind. Gleiches gilt für die belebten Erreger.

Durch die Berücksichtigung gesundheitsbeeinträchtigender Umweltfaktoren und Umweltveränderungen wurde es prinzipiell möglich, den Prozeß technologischer Veränderungen im Sinne des vorbeugenden Gesundheitsschutzes weitgehend zu kanalisieren und Gesundheitsgefahren abzuwehren.

Die Gesundheit des Menschen hängt jedoch, anders als bei den pflanzlichen Lebensformen, nicht allein von den physikalischen und chemischen Bedingungen im unmittelbaren Umfeld der Oberfläche des Organismus ab. Die stofflichen Abhängigkeiten bilden nur einen, allerdings sehr wichtigen Aspekt einer gesundheitsverträglichen Umwelt. Die Gesundheit des Menschen entwickelt sich vielmehr weiträumig in Wechselbeziehung zu ökologisch-natürlichen, sozialen, wirtschaftlich-technologischen und kulturellen Systemen im Sinne einer fortschreitenden Harmonisierung von Eigen-, Mit- und Umwelt.

Gesundheit als beständiges Bestreben des Menschen, eine lebensfähige Überein- und Abstimmung zwischen sich und seinem Umfeld vorzunehmen und sich als Teil eines Ganzen zu verstehen, stellt somit weit mehr als physikalische und chemische bzw. toxikologische und infektiologische Anforderungen an die Umwelt. Die Forderung nach Abwesenheit pathogener Stoffkonzentrationen, pathogener physikalischer Größen oder pathogener biologischer Krankheitsfaktoren reicht demnach für die Beschreibung einer gesundheitsgerechten Umwelt nicht aus. Die o.g. Vorstellung von Gesundheit erfordert, die Systeme Mensch, Natur, Technik, Gesellschaft und Kultur zu einem Ganzen zu verbinden und weiterzuentwickeln.

Die Auffassung zum Verhältnis von Umwelt und Gesundheit folgt einem Modell, nach dem gesundes Leben und heilsame Lebensumstände als verständlich oder zueinander im Zusammenhang stehen und das eigene gesunde Leben als bedeutungsvoll wahrgenommen werden: Gesundheitsfördernde Lebensbedingungen unterstützen die natürlichen Fähigkeiten zur Selbstregulation und Heilung sowie den Prozeß einer inneren und äußeren Abstimmung.

Hieraus ergeben sich konkrete Zielsetzungen und weit über die Einhaltung von Grenz- und Richtwerten hinausgehende Anforderungen an die Umwelt des Menschen, wenn Gesundheit des einzelnen und der Gemeinschaft weiter gefördert und die Bedrohung durch die bisher weitgehend unberücksichtigten Gefahren strukturell-systematischer Art abgewehrt werden soll.

Verstehbarkeit und Verständlichkeit

Verständlichkeit in Bezug auf die umweltbeeinflussenden Technologien setzt umfassende Information und Transparenz der Strukturen, der Produktionsabläufe und der technologischen Folgewirkungen von der Herstellung bis zur Anwendung voraus. Wissen und Wissensverständnis sind Voraussetzungen für aktives Entscheiden und Handeln des einzelnen und den Aufbau einer auch nach individuellen Maßstäben gesundheitsgerechten Mit- und Umwelt. Nicht nur die Produktqualität, auch die Prozeßqualität muß für den gesundheitsbewußten Konsumenten wahrnehmbar, vermittelbar und bewertbar sein. Das ausschließliche Festhalten an der Produktqualität und die weitgehende Gleichgültigkeit gegenüber der Prozeßqualität mit ihren umwelttoxikologischen, sozialen und kulturellen Ebenen zwingt den Menschen zur Hilflosigkeit und gesundheitlichen Inkompetenz im umfassenden Sinn, da ein Gefühl der Kohärenz mangels Übersicht und wegen der Unfähigkeit, organisatorisch-strukturelle Widersprüchlichkeiten erkennen und beheben zu können, nicht erzeugt werden kann. Absichtliches Vorenthalten wichtiger Prozeßinformationen, z.B. weil die Zustimmung und die gesundheitliche Akzeptanz auszubleiben droht, oder primär nicht bestehende Informationsbereitschaft, z.B. wegen zu hoher Anforderungen an Wissen und Ausbildung, können ebenso Verunsicherung und ein Gefühl der Bedrohung hervorrufen wie Expositionen gegenüber potentiell gesundheitsbeeinträchtigenden Stoffmengen.

Als ein Beispiel für eine solche gesundheitsrelevante Prozeßeigenschaft eines Produktes könnte der hierzu aufgewendete Güterverkehr auf der Straße genannt werden, der einerseits Siedlungsraum, Natur und Umwelt, aber auch Ressourcen und Gesundheit in hohem Maße beeinträchtigt, andererseits in Bezug auf Personalkosten (Niedriglohn-Länder), Umweltauflagen und reduzierte Lagerhaltung ökonomische Vorteile bieten kann.

Akzeptanz

Akzeptanz von Verfahrensweisen und Technologien usw. gründet sich auf Wissen in Bezug auf den persönlichen Nutzen, auf die gesundheitlichen Risiken und ihre soziale und umweltbezogene Relevanz. Akzeptanz wird erst möglich durch umfassende Information und durch Verständlichkeit, sie setzt aber auch Alternativen zu Prozeß-, Produkt- und Systemeigenschaften voraus. Durch individuelle Inanspruchnahme dieser Entscheidungs- und Handlungsmöglichkeiten erfolgt persönliche Akzeptanz und damit das Herstellen von Kohärenz und Sinn, so daß sich ein Gefühl von gesundheitlicher Aktivität in umfassender Weise einstellen kann. Das entsprechende Verhalten ganzer Gruppen führt zu einem entsprechenden Gesundheits- bzw. auch Krankheitsstatus auf epidemiologischer Ebene.

Für Einrichtungen der allgemeinen öffentlichen Gesundheitsfürsorge und der Gesundheitsdienste ergeben sich Möglichkeiten, ihrerseits eine umfassende, schwerpunktsetzende und ganzheitliche Gesundheitspflege zu betreiben, indem sie über Wissensvermittlung, Information und Beratung Prozesse des Verstehens und der Akzeptanz fördern.

Rationalität nach Menschenmaß

Die Erschließung der Zusammenhänge zwischen Gesundheit und Umwelt erfolgt durch Berücksichtigung von Einsichten und wissenschaftlichen Erkenntnissen zur Umwelt und durch Wahrnehmung gesundheitlicher Bedürfnisse auf den verschiedenen Ebenen. Dieser Prozeß steht nicht im Widerspruch zu einer rein wissenschaftlichen Analyse oder einer streng von wissenschaftlichen Maßstäben bestimmten Technologie, wenn Wissen und Subjektivität in ihrer Untrennbarkeit anerkannt werden und die Behauptung subjektivitätsfrei Objektivität herstellen zu können, als Illusion erkannt wird. Danach gibt es keine Erfahrung oder Induktion, die nicht bereits durch den Verstand interpretiert wird, wie es auch unmöglich ist, Wissen über die Umwelt hervorzubringen, dem erst das menschliche Subjekt nachträglich zur Seite gestellt wird.

1.4 Das politisch-gesellschaftliche Problemfeld „Umwelt und Gesundheit“ in Deutschland

Deutschland hat eine lange Tradition im Gesundheits- und Umweltschutz. Entwicklungen wie die Industrialisierung, die bauliche Verdichtung in den städtischen und industriellen Ballungsräumen, die Konzentration und die Intensivierung in der Landwirtschaft sowie die Zunahme des motorisierten Straßenverkehrs durch die Lage im Zentrum Europas haben in Deutschland vielfältige Probleme der Umweltbelastung und ihre Wirkung auf die menschliche Gesundheit schon früh offensichtlich werden lassen und waren Anlaß zu staatlichen Maßnahmen zum Schutz von Umwelt und menschlicher Gesundheit.

Die Erfolge in vielen Teilbereichen bestätigen, daß wir auf das im Umweltschutz bisher Erreichte mit Recht stolz sein können. Deutschland steht nach dem WHO-Bericht „Sorge um Europas Zukunft“ in der europäischen Region an erster Stelle in der industriellen Produktion, stellt die mengenmäßig meisten Chemikalien, Maschinen und Verkehrsmittel sowie die größte Menge industriell verarbeiteter Nahrungsmittel her und besitzt wegen seiner zentralen Lage in Europa das überlastetste Straßenverkehrsnetz. Dennoch gehört beispielsweise der Wintersmog in den Ballungsgebieten der Vergangenheit an. Das Trinkwasser ist, von wenigen Ausnahmen abgesehen, sauber, die Lebensmittelüberwachung vorbildlich. Massive Umweltbelastungen durch Spitzenkonzentrationen von Schadstoffen sind nahezu völlig beseitigt worden, der Eintrag einer Reihe als wesentlich erkannter Schadstoffe konnte erheblich reduziert werden. Dennoch bleibt unbestritten noch sehr viel zu tun, um für alle eine gesundheitsverträgliche Umwelt zu garantieren und diese für die zukünftigen Generationen zu erhalten.

Gesundheitsgefahren aus der durch menschliche Aktivitäten veränderten und belasteten Umwelt waren in den vergangenen zwei Jahrzehnten und sind auch heute noch Gegenstand einer in der Öffentlichkeit äußerst kontrovers geführten Diskussion. Als prägnante Beispiele seien Holzschutzmittel in Innenräumen, Sommersmog, Dioxine in der Muttermilch, Pestizide im Trinkwasser und in Lebensmitteln, Pilze im Biomüll und Strahlung von Funktelefonen genannt. Hinzu kommen Presseberichte und Warnungen von Wissenschaftlern über langfristige Veränderungen der

Umwelt, die gleichfalls Rückwirkungen auf die Gesundheit des Menschen haben können, sei es die Ausbeutung natürlicher Ressourcen mit langfristigen Folgen, z.B. die Absenkung des Grundwasserspiegels, die „Chemisierung“ der Umwelt, die starke Ausdünnung der Ozonschicht mit Zunahme der UV-Strahlung, die Veränderung des Klimas mit Folgen für Ernährung, Wasserversorgung und die Freisetzung gentechnisch veränderter Organismen - um einige Gegenstände der Besorgnis zu nennen.

Die Gefahren, über die berichtet und diskutiert wird, stehen in der öffentlichen Wahrnehmung scheinbar gleichberechtigt nebeneinander, so daß der Eindruck entsteht, daß sie mehr oder weniger gleich groß und gleich bedeutsam sind. Da aber die anstehenden Probleme hinsichtlich der von ihnen ausgehenden Risiken sehr unterschiedlich sind und die Kapazitäten von Staat und Gesellschaft generell, besonders aber in wirtschaftlich schwierigen Zeiten, begrenzt sind, muß zentrale Forderung eine transparente, für jeden Interessierten nachvollziehbare, der Bedeutung des jeweiligen Problems angepaßte Prioritätensetzung sein. Dies bedeutet zum einen, daß zwischen hypothetischen, mehr oder weniger theoretischen, und tatsächlichen Problemen unterschieden werden muß. Zum anderen muß die Größe der jeweiligen Probleme bestimmt oder doch zumindest verlässlich eingeschätzt werden. Eine sinnvolle Prioritätensetzung erfordert somit eine verlässliche Risikoabschätzung und -bewertung.

Der einzelne, der die oben angesprochenen Meldungen über mögliche Gefahren aufnimmt, kann eine solche Risikobewertung angesichts der Vielschichtigkeit der Probleme nicht vornehmen. Seine persönliche Einschätzung des Risikos resultiert aus den ihm verfügbaren Informationen, seinen bisherigen Erfahrungen sowie aus persönlichen Einstellungen und Interessen. Sie kann daher zwischen Nichtbeachtung und völliger Verleugnung eines Problems und Überbewertung bis zu Hysterie und Panik liegen. Dies ist bei der Einschätzung bekannter gesundheitlicher Umweltprobleme auch tatsächlich zu beobachten. So wird der Arbeiter, der seit vielen Jahren bestimmte Klebstoffe einsetzt, die vom Hersteller als gesundheitlich unbedenklich angesehen werden und der selbst keine gesundheitlichen Probleme registriert hat, auf Berichte in der Presse über Gefahren durch diese Klebstoffe eher mit Unverständnis reagieren, im Gegensatz zu einer Mutter, in deren Haus diese Stoffe eingesetzt wurden und die sich Sorgen um die Gesundheit ihrer Kinder macht. Beide Einschätzungen sind verständlich, aber aus einer durch wissenschaftliche Erkenntnisse geleiteten Perspektive möglicherweise falsch.

Für die subjektive Risikoeinschätzung in der Öffentlichkeit haben neben den persönlichen Lebensumständen und Erfahrungen drei Faktoren entscheidende Bedeutung:

- Informationen durch die Medien
- Information durch staatliche Einrichtungen und
- durch betroffene Kreise.

Die Medien haben in der modernen Informationsgesellschaft eine unbestritten große Bedeutung für die Information der Bevölkerung. Gleichmaßen groß ist ihr Einfluß auf die Bildung von subjektiven Einstellungen und Meinungen. Dies zeigt sich im Bereich Umwelt und Gesundheit sehr deutlich. Gerade weil die hier anstehenden Probleme außerordentlich vielschichtig und vielfach ungeklärt sind, ist einerseits objektive Information als Grundlage für eine sachliche Diskussion wichtig, andererseits

besteht aber breiter Raum für Spekulationen und Behauptungen. So haben die Medien auf der einen Seite in etlichen Fällen durch informative Berichterstattung erst dazu beigetragen, daß Umwelt- und Gesundheitsprobleme erkannt und entsprechende Gegenmaßnahmen veranlaßt wurden. Auf der anderen Seite wird die Möglichkeit zu Sensationsmeldungen nur zu gern genutzt - Stichwort: only bad news are good news - , verspricht doch die stark emotional besetzte Thematik 'Gefahr für die Gesundheit' stets große Aufmerksamkeit. Wesentlich ist dabei, daß sich einmal aufgestellte Behauptungen in diesem Bereich angesichts großer Erkenntnisunsicherheiten nur schwer widerlegen lassen. Behauptungen können sich durch häufige Wiederholung - ohne dadurch richtiger zu werden - derart verfestigen, daß sie als Tatsache akzeptiert werden.

In engem Wechselspiel zur Rolle der Medien steht die Informationspolitik des Staates und betroffener Kreise. Hier sind gerade auf dem Gebiet Umwelt und Gesundheit in der Vergangenheit Fehler gemacht worden, die zu einem erheblichen Vertrauensverlust in der Bevölkerung geführt haben. Fälle, in denen auf den Bericht über ein Problem dieses in offiziellen Verlautbarungen zunächst als nicht vorhanden oder als nicht bedeutsam bezeichnet wurde, im weiteren Verlauf dann aber - auf öffentlichen Druck - nach und nach zugegeben wurde und schließlich - ob aus sachlichen oder nur aus politischen Gründen - staatliche Maßnahmen veranlaßt wurden, haben sicher dazu beigetragen, daß viele Bürgerinnen und Bürger heute eher der schlimmsten Sensationsmeldung in der Presse Glauben schenken als einer dazu herausgegebenen staatlichen Pressemitteilung. Dabei spielt sicher eine Rolle, daß bisweilen - ob zu Recht oder zu Unrecht - der Eindruck entstanden ist, staatliche Stellen stellen sich aus wirtschaftlichen Gründen eher vor die betroffene Industrie, als die Interessen der Bevölkerung zu vertreten.

Eine entscheidende Voraussetzung dafür, daß die grundlegende Forderung nach einer möglichst sachgerechten Prioritätensetzung bei der Behandlung umweltbezogener Gesundheitsprobleme umgesetzt werden kann, besteht darin, das teilweise verlorene Vertrauen der Bevölkerung in Entscheidungen der Politik zurückzugewinnen. Die Verwirklichung dieses Ziels wird durch Verharmlosung von Problemen genauso gefährdet wie durch das Ergreifen von Maßnahmen, die das Problem objektiv nicht erfordert hätte oder deren Größenordnung inadäquat ist und die nur aus politischen Gründen getroffen wurden, weil dem öffentlichen Druck - angesichts des mangelnden Vertrauens in staatliche Aussagen - anscheinend nicht anders begegnet werden konnte. Es wäre jedoch falsch anzunehmen, das grundlegende Problem liege allein darin, daß es Administration und Politik vielfach offenbar nur unzureichend gelingt, der Bevölkerung die Bedeutung und Größe des Problems richtig darzustellen. Um einen Konsens über erforderliche Maßnahmen herbeizuführen, bedarf es mehr als der reinen Wissensvermittlung. Wesentlich ist dafür vor allem auch die wechselseitige Bereitschaft, unterschiedliche Positionen zu achten und Verständnis für deren Hintergründe zu gewinnen.

Eine Prioritätensetzung im Themenfeld Umwelt und Gesundheit vom Staat wird zu Recht erwartet. Noch fehlen aber häufig selbst die Grundlagen für eine an objektiven Kriterien orientierte Risikoabschätzung. Vielfach fehlt es an belastbaren wissenschaftlichen Erkenntnissen und Daten, unter anderem dadurch bedingt, daß die in Frage stehenden Probleme entweder neu auftreten oder - auch bei bekannten Problemen, wie z.B. der gesundheitlichen Wirkung von Chemikalien - neue

Fragen aufgeworfen werden, die von Wissenschaft und Forschung bislang noch nicht oder nur in Ansätzen aufgearbeitet worden sind.

Angesichts der wissenschaftlichen Erkenntnislücken und wissenschaftsimmanenten Unsicherheiten, die nicht die Ausnahme, sondern die Regel sind, reicht es nicht aus, auf die Notwendigkeit weiterer Forschung zu verweisen. Die häufig getroffene Aussage, die vorliegenden wissenschaftlichen Erkenntnisse reichten zu Begründung konkreter Maßnahmen nicht aus, und es müsse daher auf diesem Gebiet zunächst vermehrt geforscht werden, wird von Betroffenen, die zu Recht Angst vor vermeintlichen oder tatsächlichen Gefahren haben, oft als Verzögerungstaktik angesehen. Dies ist bis zu einem gewissen Grade auch verständlich, ziehen doch neue Forschungen häufig nur neue offene Fragen nach sich, so daß auf diese Weise häufig das Ergreifen von Maßnahmen auf unbestimmte Zeit verschoben wird. In diesem Zusammenhang stellt sich die Frage nach der hier keineswegs unumstrittenen Rolle der Wissenschaft.

Während der sogenannten etablierten Wissenschaft oftmals unterstellt wird, sie sei nur auf immer neue Forschungsgelder aus oder sie betreibe - unter Hinweis auf die wissenschaftlichen Unsicherheiten - im Verein mit Staat und Industrie eine Verharmlosung der Probleme, treten zunehmend kritische „Gegenwissenschaftler“ auf. Sie argumentieren quasi im umgekehrten Sinne und fordern unter Bezug auf konstatierte Hinweise zum Vorliegen einer Gefahr oder teilweise sogar nur in Anbetracht der abstrakten Möglichkeit einer Gefahr sofortiges vorsorgliches Handeln. Sie begründen dies damit, daß das Warten auf wissenschaftlichen Kriterien genügenden Beweise im Hinblick auf die möglichen schwerwiegenden Folgen nicht verantwortbar sei. Diese Argumentation stößt in Medien und Öffentlichkeit verständlicherweise auf mehr Resonanz als der Hinweis auf die wissenschaftlich ungeklärte Situation. Allerdings führt dies auch zu der grotesken Situation, daß demjenigen, der das schlimmste Szenario anbietet, häufig am ehesten geglaubt wird.

Diese Situationsdarstellung läßt deutlich werden, daß es eines Verfahrens bedarf, das Grundzüge nachvollziehbarer und allgemein akzeptierter Kriterien zum Umgang mit den wissenschaftlichen Erkenntnissen und den Unsicherheiten bei der Risikoabschätzung festschreibt. Ein solches existiert bisher nicht. In verschiedenen staatlichen Regelungsbereichen existieren zwar etablierte Verfahren der Risikoabschätzung wie z.B. die Technical Guidance Documents für die Risikobewertung von neu notifizierte Stoffen und von Altstoffen. Sie unterscheiden sich jedoch insbesondere in ihren Grundannahmen, z.B. bezüglich der gewählten Sicherheitsfaktoren, mit denen die vorhandenen Unsicherheiten kompensiert werden sollen. Die einzelnen Vorgehensweisen haben sich mit der Zeit aus den jeweiligen aktuellen Erfordernissen entwickelt, sie beruhen nur in begrenztem Umfang auf einer einheitlichen und einvernehmlichen Grundlage und sind in ihrer Begründung für die Öffentlichkeit nicht transparent. Der Bürgerin oder dem Bürger ist kaum zu erklären, warum beispielsweise die Bestimmung von Risiken durch Schadstoffe in der Innenraumluft nach anderen Kriterien erfolgen soll, als dies für gesundheitliche Auswirkungen von Schadstoffbelastungen in Lebensmitteln erfolgt. Die notwendige Entwicklung eines allgemein akzeptierten Verfahrens zur Risikoabschätzung kann nicht von der Wissenschaft oder der Administration allein geleistet werden. Insbesondere die Beantwortung der Frage, wie mit den Unsicherheiten oder dem Nichtwissen umgegangen werden soll - ob beispielsweise unsichere Erkenntnisse zunächst nicht berücksichtigt oder

aber eher wie eine bereits bestehende Gewißheit behandelt werden sollen - ist nicht nur wissenschaftlicher, sondern auch gesellschaftlich-politischer Natur. Daher muß hierzu ein gesamtgesellschaftlicher Konsens angestrebt werden.

Das gleiche gilt für die nächste Stufe, wenn die Größe eines bestimmten Risikos aufgrund eines allgemein akzeptierten Verfahrens abgeschätzt worden ist, nämlich die Entscheidung darüber, welches Risiko die Gesellschaft - etwa als Preis für wirtschaftliche Entwicklung und Wohlstand - zu akzeptieren bereit ist. Ein solcher Diskurs über das tolerierbare und akzeptable Risiko ist national und international dringend erforderlich.

Es wird auch weiterhin angesichts widerstreitender Auffassungen und Einstellungen überaus schwierig sein, diesen Konsens zu erzielen. Hier steht u.a. zur Diskussion, ob und mit welcher Gewichtung die Risiken durch Gefahren aus der Umwelt im Vergleich mit anderen Lebensrisiken bewertet werden sollen. Zum einen stellt sich die Frage, ob grundsätzlich vermeidbaren Gefahren durch anthropogene Umweltbelastungen (technische Risiken) ein anderer Stellenwert zukommt als unvermeidbaren Gefahren des Lebens, wie z.B. Blitzschlag oder Naturkatastrophen. Zum anderen besteht das Problem, daß freiwillig eingegangene Risiken, z.B. durch das Rauchen, - obwohl sie objektiv betrachtet viel größer sind - vom einzelnen als weniger bedrohlich angesehen werden oder zumindest trotz der unterschiedlichen Gefahrenlage leichter toleriert werden als anthropogene Umweltrisiken, denen er unfreiwillig und ohne die Möglichkeit der Einflußnahme ausgesetzt ist. Die Folge ist, daß an die Reduzierung oder Beseitigung solcher unfreiwillig hinzunehmender Umweltrisiken in der Regel von der Öffentlichkeit ein wesentlich strengerer Maßstab angelegt wird. Angesichts dieser Problematik ist die Frage zu diskutieren, ob evtl. auf die Festlegung eines in Zahlen angegebenen akzeptablen Risikos verzichtet werden könnte, wenn auf der Grundlage einer allgemein akzeptierten Abschätzung der Risiken gesundheitlicher Umweltgefahren eine Rangfolge der bestehenden Probleme erarbeitet werden könnte und Einigkeit darüber bestünde, daß die zur Verfügung stehenden Mittel und Kapazitäten entsprechend einer solchen Prioritätenliste eingesetzt werden.

Eine politisch-gesellschaftliche Konvention darüber, wie die Risiken umweltbedingter Gesundheitsgefahren bewertet werden sollen, ist dringend erforderlich. Sie ist die entscheidende Voraussetzung dafür, daß die auf der Basis von Risikobewertungen getroffenen staatlichen Maßnahmen, wie z.B. Verbote bestimmter Stoffe oder Festlegung von Grenzwerten, transparent gemacht werden können und damit die Wahrscheinlichkeit einer allgemeinen gesellschaftlichen Akzeptanz für konkrete Maßnahmen steigt.

Das Fehlen dieser Voraussetzung und die Tatsache, daß eine Kultur der verständnisorientierten Konfliktaustragung bei uns bislang nicht ausreichend entwickelt ist, sind die Gründe dafür, daß ein sachgerechtes und erfolgreiches Risikomanagement unter adäquater Beteiligung der Betroffenen bis heute weitgehend fehlt oder nur in Ansätzen vorhanden ist. Dies sind aber die entscheidenden Gründe für das oben dargestellte mangelnde Vertrauen von Teilen der Bevölkerung in staatliche Entscheidungen.

Entsprechendes gilt für eine aktive Informationspolitik des Staates auf dem Gebiet gesundheitlicher Umweltprobleme. Bis heute liegen hierzu nur - zumeist durch aktuelle Problemsituationen herausgeforderte - Einzelaussagen vor. Eine zusammenfassende Darstellung umweltbedingter Gesundheitsprobleme mit einer Bewertung ihrer Bedeutung (Prioritätensetzung) und damit eine Gesamtaussage der Bundesregierung zum Themenkreis Umwelt und Gesundheit existiert bisher nicht. Ursächlich dafür sind insbesondere die oben genannten Probleme - Fehlen wissenschaftlicher Grundlagen, Fehlen einer allgemein akzeptierten Konzeption der naturwissenschaftlichen Risikoabschätzung und Fehlen einer gesellschaftlichen Konvention zum Umgang mit den Risiken.

Die für den umweltbezogenen Gesundheitsschutz zuständigen staatlichen Institutionen sind vielfach aus personellen und strukturellen Gründen nicht in der Lage, auf die in rascher Entwicklung begriffenen Fragestellungen des Bereichs Umwelt und Gesundheit angemessen zu reagieren. Eine Diskussion darüber, welche personellen Kapazitäten und Strukturen für die fachlich-wissenschaftliche und politisch-administrative Arbeit auf dem Gebiet Gesundheit und Umwelt für notwendig erachtet werden und zukünftig geschaffen werden müssen, ist daher unverzichtbar, um die Möglichkeit der zuständigen staatlichen Institutionen zu verbessern, die in rascher Entwicklung begriffenen Fragestellungen des Bereichs Umwelt und Gesundheit effizient zu bearbeiten.

Die öffentliche Diskussion um Prioritäten gesellschaftlicher Handlungsfelder unterlag im Verlauf der letzten 30 Jahre einem beständigen Stimmungswechsel, bei dem zeitweise Fragen der Wirtschaft, Sicherheit und der Umwelt in einem Konkurrenzverhältnis stehen, d.h. ein Thema im Zeitverlauf im öffentlichen Interesse von einem anderen abgelöst wird. Interessengruppen, die die jeweiligen Themen propagieren, stehen in einem teilweise unüberbrückbaren Widerspruch zueinander. Dies zeigt sich vor allem bei solchen Reizthemen, wie der Kernenergie. Dennoch muß für umsichtige Entscheidungen zu jeder der Einzelfragen wie Arbeitslosigkeit, Energiesparen, Ökosteuern ein gesamtgesellschaftlicher Blick entwickelt werden, der das Wirkungsgefüge zwischen den Bereichen Wirtschaft, Umwelt und Soziales grundlegend erfaßt. Eine gut funktionierende Wirtschaft kann ohne begrenzende Umweltschutzmaßnahmen zu regionalen Umweltkrisen führen, die dann wieder auf die lokale Wirtschaft zurückfallen. Allzu extreme Umweltschutzaufgaben andererseits können die Wirtschaft beeinträchtigen, die dann die soziale Sicherheit nicht mehr finanzieren kann. Politische Steuerung in einem Bereich hat Nebeneffekte in den anderen.

Umso wichtiger ist es, „Gesundheit und Umwelt“ im übergeordneten Kontext der „nachhaltigen Entwicklung“ zu sehen. Dieser gesamtgesellschaftliche Leitrahmen fordert ja gerade dazu auf, das Spannungsfeld zwischen Umwelt, Wirtschaft und sozialer Sicherheit in einer ganzheitlichen Sicht anzugehen. Ein solcher Anspruch kann allerdings auch durch das Aktionsprogramm Umwelt und Gesundheit höchstens ansatzweise eingelöst werden.

In den folgenden Kapiteln wird versucht, den Stand der fachlichen Diskussion zu den obigen Problemfeldern aufzuzeigen. Kapitel 2 gibt einen kursorischen Abriß der bisher vorliegenden Erkenntnisse über gesundheitliche Beeinträchtigungen durch die vom Menschen verursachte Umweltbelastung. Es werden die Möglichkeiten und Grenzen der Umweltmedizin erörtert und ein kritischer Überblick über das Methodeninstrumentarium sowie über die zur Verfügung stehenden

Erkenntnisquellen gegeben. In Kapitel 3 wird die derzeitige Situation der Umwelt in Deutschland in ihrer Bedeutung für die menschliche Gesundheit kurz dargestellt, Defizite und aus gesundheitlicher Sicht erforderlicher Handlungsbedarf werden aufgezeigt. Schließlich werden in Kapitel 4 sechs Themenfelder eingehender abgehandelt. Es handelt sich um diejenigen Bereiche, in denen mit der Umsetzung des Aktionsprogramms „Umwelt und Gesundheit“ vom Bundesumweltministerium und vom Bundesgesundheitsministerium neue Initiativen auf den Weg gebracht werden sollen. Es wird zur Begründung der mit dem Aktionsprogramm in die Wege geleiteten Maßnahmen ein Problemaufriß gegeben, die möglichen Strategien werden dargestellt und Maßnahmenvorschläge entwickelt.

2 Umwelt und Gesundheit Fachlicher Hintergrund

2.1 Umweltbezogene Gesundheitsstörungen

Industrie, Verkehr, Intensivierung der Landwirtschaft, aber auch das Konsumverhalten des einzelnen haben insbesondere in der zweiten Hälfte dieses Jahrhunderts zu Veränderungen unserer natürlichen Umwelt geführt. Diese gefährden heute die Existenzgrundlage vieler Lebewesen, aber auch des Menschen selbst. Gleichzeitig haben diese Veränderungen aber auch einer zunehmenden Beunruhigung der Bevölkerung und zu einem steigenden Umweltbewußtsein geführt. Schlagworte wie „Waldsterben“, „Ozonloch“, „Klimakatastrophe“ begegnen uns regelmäßig in den Medien. Die Veränderung der natürlichen Umwelt durch die Aktivitäten des Menschen ist für jeden auch im unmittelbaren Lebensumfeld täglich direkt erfahrbar. Viele Mitbürger werden sich der Bedeutung des Themas Umwelt und Gesundheit zunehmend bewußt angesichts von Berichten über die Nitratbelastung ihres Trinkwassers, die Schadstoffbelastung ihrer Atemluft, die Pestizidbelastung ihres Gemüses oder die Krebsgefahr durch Asbest in den Schulen ihrer Kinder. Ein populärer Slogan der achtziger Jahre „wo der Wald stirbt, stirbt auch der Mensch“ ist kennzeichnend für die Gedanken vieler.

In der Folge führen weite Teile der Bevölkerung diffuse oder konkrete Gesundheitsbeeinträchtigungen auf eine allgemeine oder spezielle Umweltbelastung zurück. F.M. Ruff hat 1988 in Berlin 180 repräsentativ ausgesuchte Probanden zum Thema Umweltbelastung und gesundheitliches Risiko befragt. Von diesen gaben 87, d.h. etwa die Hälfte an, selbst konkret unter gesundheitlichen Beeinträchtigungen zu leiden, die sie der Umweltbelastung zuschrieben.

Skeptiker, die sich um "Objektivität" bemühen, werden einwenden, es liege hier eine projektive Neigung vor, erlebte Beschwerden, die auf anderen Ursachen beruhen, der Umwelt zuzuschreiben. Dieses Argument ist nicht von der Hand zu weisen, andererseits aber auch schwer zu überprüfen. Für die Lebenswelt der Betroffenen sind solche Interpretationen ohne Bedeutung. Denn um Ulrich Beck zu zitieren: „Die ökologischen und gesundheitlichen Folgen mögen so hypothetisch, so berechtigt, so verharmlost oder so dramatisiert sein, wie sie wollen ... Wenn Menschen Risiken als real erleben, sind sie real“.

In diesem Abschnitt soll nach der objektivierbaren Relevanz der anthropogen veränderten Umwelt für die menschlichen Gesundheit gefragt werden. Der Begriff "Umwelt" sei hierfür eingeschränkt auf die verschiedenen Aspekte der Zivilisation einer westlichen Industrienation, die zu einer zusätzlichen Belastung der Bevölkerung mit chemischen und physikalischen Noxen geführt haben. Die psychosozialen Komponenten der Umwelt und ihre verschiedenen Determinanten und Veränderungen sind dabei ausgespart wie die nach wie vor existierende und offensichtlich z.T. wieder zunehmende mikrobiologische Belastung. Sie dürfen aber bei einer allgemeineren Betrachtung der Wechselwirkungen zwischen Gesundheit und Umwelt nicht außer acht bleiben. Es ist hier also die schwierige Frage gestellt: „Inwieweit hat diese so definierte, anthropogen veränderte Umwelt Einfluß auf unsere Gesundheit?“ Die Frage bezieht sich auch und vor allem auf eine plausible Quantifizierung. Leider läßt

sie sich aber auf der Basis der bisher vorliegenden Erkenntnisse nur sehr unvollkommen beantworten. Dies liegt in der Natur der Sache.

Eine allgemeine und für alle und jeden gültige Definition von Gesundheit ist schwierig, wenn nicht unmöglich. Die umfassende, aber abstrakte und kaum instrumentalisierbare, auf subjektives Wohlbefinden abgestellte Definition der Weltgesundheitsorganisation hilft hier nicht recht weiter. Folglich ist es auch schwierig, Ursachen für Störungen dieser so wenig bestimmbareren Gesundheit nachzuweisen. Betrachtet man die Erkenntnisse der wissenschaftlichen Medizin, so drängt sich die Frage auf: Für welche Krankheiten sind uns überhaupt Ursachen bekannt? Was wissen wir z.B. über die Ursachen so weitverbreiteter Volkskrankheiten wie des chronisch-rheumatischen Formenkreises. Die aufwendigen epidemiologischen Bemühungen der vergangenen Jahrzehnte haben lediglich Risikofaktoren erkennen lassen, die höchstens 50% der Varianz des Auftretens der koronaren Herzerkrankung erklären.

Ein weiterer erschwerend hinzukommender Sachverhalt besteht darin, daß der menschliche Organismus offensichtlich nur über ein beschränktes Repertoire verfügt, um auf krankmachende Einflüsse zu reagieren. Ein und dieselbe Krankheit kann eine Vielzahl möglicher Ursachen haben. Aus der Diagnose einer Krankheit kann somit in der Regel meist nicht mit ausreichender Sicherheit auf die spezifische, für das Auftreten verantwortliche Ursache geschlossen werden. Es können bestenfalls nach gründlichen differentialdiagnostischen Überlegungen Wahrscheinlichkeiten für das Überwiegen der einen oder anderen Ursache angegeben werden. Belastungen aus der Umwelt als Ursache werden dabei meist nur als Ausschlußdiagnose in Frage kommen. Als Beispiel sei das Allgemeinsymptom „Müdigkeit“ erwähnt, für das die wesentlichen denkbaren Ursachen in Tabelle 1 aufgeführt sind.

Ein weiteres methodisches Problem tritt auf, wenn mit epidemiologischen Methoden Aussagen zur Beantwortung der eingangs gestellten Frage getroffen werden sollen. Die Umweltbelastung ist weitgehend ubiquitär, so daß es zunehmend schwieriger wird, Personen und Personengruppen zu bestimmen, die als unbelastete Kontrollpersonen dienen können. Dies ist besonders dann relevant, wenn sehr empfindliche Indikatoren für Gesundheitsstörungen bestimmt werden sollen. So haben zum Beispiel die empfindlichen Lungenfunktionstests zum Nachweis einer „small airways disease“, d.h. zur Frühdiagnose einer sich möglicherweise anbahnenden chronischen Bronchitis, bei der Durchschnittsbevölkerung erfahrungsgemäß eine so große Variabilität, daß ihre Brauchbarkeit für epidemiologische Untersuchungen erheblich einschränkt ist. Es liegt aber nahe, die Frage zu stellen, wieviel von dieser Varianz der ubiquitären Schadstoffbelastung zuzuschreiben ist (s. auch Kapitel 2.3.1).

Schließlich ist das qualitative und quantitative Ausmaß der Umweltbelastung nur annähernd bekannt. Wir sehen nur die Effekte, auf die wir unsere Aufmerksamkeit richten und davon nur jene, die wir durch das zur Verfügung stehende methodische Instrumentarium, z. B. die erforderliche Analytik, erkennen können. Das ist mehr oder weniger zufällig. So sind z.B. in Innenräumen nur ein Bruchteil der in der Gaschromatographie nachweisbaren Stoffe chemisch identifizierbar. Die Dimension des Problems wird klar, wenn man die immense Vielfalt der Stoffe betrachtet, die der Mensch bisher in seine Umwelt entlassen hat.

Tab. 1: Mögliche Ursachen für die Symptomatik Müdigkeit / Abgeschlagenheit / Konzentrationsstörung

Krankheiten	Infektionskrankheiten	z.B. Tuberkulose
	Stoffwechselkrankheiten	Diabetes Hyperthreose Addison
	- des Blutes	Anämie Leukämie
	- der Nieren	chronische Niereninsuffizienz
	- der Leber	chronische Hepatitis
	- der Atemwege	respiratorische Insuffizienz
	- des Herzens	Herzinsuffizienz
	bösartige Neubildungen	z.B. Lymphom
Krankheiten	des Zentralnervensystems einschließlich psychischer Erkrankungen	Depression Angstneurose
	„umweltassoziierte“ Gesundheitsstörungen	Chronic Fatigue Syndrom Multiple Chemical Sensitivity
	physiologisch bedingt	körperlicher und psychischer Streß

Alle diese Vorbehalte gelten für das im folgenden noch auszuführende, und sie geben Anlaß, insbesondere die quantitativen Aussagen unter dem Vorbehalt eines breiten Interpretationsspielraumes zu sehen.

Aus der oben zitierten Studie von Ruff könnte man bei Verallgemeinerung schließen, daß sich nahezu die Hälfte der Deutschen durch die Umweltbelastung in ihrer Gesundheit beeinträchtigt fühlen müßte. Dies steht jedoch im Gegensatz zu den Beobachtungen umweltmedizinisch tätiger Ärzte, die überwiegend angeben, eher selten von ihren Patienten auf eine mögliche Verursachung der vorgebrachten Beschwerden durch Faktoren aus der Umwelt angesprochen zu werden.

Die amerikanische Thorax-Gesellschaft (American Thoracic Society, ATS) hat die These aufgestellt: Je geringer eine gesundheitliche Störung infolge von Umweltbelastungen ist, um so häufiger tritt sie auf. Umweltbedingte Todesfälle oder schwere Erkrankungen sind - sieht man von Krebserkrankungen ab - zumindest in den westlichen Industrieländern selten. Leichtere Gesundheitsbeeinträchtigungen, Abweichungen biochemischer Parameter innerhalb der interindividuellen Streubreite oder Belästigungen durch Umweltfaktoren können dagegen unter Umständen große Teile der Bevölkerung betreffen. Oft wird es schwierig sein, diese von physiologischen Reaktionen auf eine Belastung mit Fremdstoffen oder von einer im Verlaufe der Artenentwicklung herausgebildeten Anpassung zu trennen. Man kann sich jedoch auch auf den Standpunkt stellen, daß auch solche Belastungen, auf die der menschliche Organismus mit physiologischen Schutzmechanismen angemessen reagiert, ohne aus

dem physiologischen Gleichgewicht zu geraten bzw. ohne die Grenzen des [wie auch immer zu definierenden] "Normalen" zu überschreiten, unerwünscht sind. Dies würde in letzter Konsequenz bedeuten, daß auch die Emission der kleinsten Menge vom Menschen erzeugter Fremdstoffe zu unterbinden wäre. Ist ein solcher Standpunkt aber mit der offensichtlich von der überwiegenden Mehrheit der Bevölkerung erwünschten Lebensweise verträglich? Man sieht, daß mit solchen Überlegungen schnell der Bereich von subjektiven Wertsetzungen erreicht ist.

Im folgenden wird an einer Reihe von Gesundheitsstörungen, die in der öffentlichen Diskussion mit Umweltfaktoren in Zusammenhang gebracht werden, beispielhaft die Relevanz der Umwelt im engeren Sinn für das Krankheitsgeschehen diskutiert.

2.1.1 Atemwegserkrankungen und Außenluftbelastung

Ein Zusammenhang zwischen Luftbelastung mit Schadstoffen und Atemwegserkrankungen war schon im klassischen Altertum bekannt. Die berühmte Londoner Smogepisode von 1952 mit vielen zusätzlichen Todesfällen innerhalb eines kurzen Zeitraums zeigt die Notwendigkeit einer wirksamen Luftreinhaltepolitik in den Industriestaaten. Die ursprünglich auf Industrieanlagen und traditionelle Individualheizung mit Kohle zurückzuführende Belastung der Luft mit Schadstoffen in den Ballungsräumen hat sich seither in Deutschland dank der Luftreinhaltepolitik und des Fortschritts der Reinigungstechnologie deutlich gebessert (s. Kapitel 3.2.1).

Dem Zusammenhang zwischen Außenluftbelastung und gesundheitlichen Auswirkungen wird auch heute im Rahmen ökologischer Studien nachgegangen. In der Regel wird dabei die Gesundheit der Bewohner einer schadstoffbelasteten Region mit der von Bewohnern einer unbelasteten Region verglichen. Eine Übersicht und kritische Bewertung kann dem Gutachten 1986 des Sachverständigenrates für Umweltfragen entnommen werden.

Eine sehr gute und umfangreiche Studie zur gesundheitlichen Wirkung der Außenluftbelastung ist die 1974 begonnene Harvard-Sechs-Städte-Studie. In 6 US-amerikanischen Städten mit unterschiedlicher Außenluftbelastung wurden jeweils 1500 erwachsene Personen im Alter von 25 bis 74 Jahren nach dem Zufallsprinzip erfaßt, dazu kamen alle Schulkinder der ersten beiden Volksschulklassen. Sie werden seither in regelmäßigen Abständen untersucht. Durch ausführliche Fragebogen wurden die Symptome von Atemwegserkrankungen erhoben. Gleichzeitig wurden Lungenfunktionstests durchgeführt und die individuelle Exposition mit Schadstoffen abgeschätzt. Ferner wurde versucht, auch alle relevanten Störvariablen zu erfassen. Die erhobenen Daten wurden mit aufwendigen statistischen Verfahren analysiert. Die Studie vermeidet viele Fehler, die solchen ökologischen Studien meist anhaften. Nach Herausrechnen aller Störvariablen ließ sich kein Zusammenhang zwischen Lungenfunktionsparametern und Schadstoffbelastung nachweisen, soweit Querschnittsdaten verwandt wurden. Die anamnestische Angabe „Bronchitis im vergangenen Jahr“ zeigt dagegen einen statistisch signifikanten Zusammenhang zur Staubbelastung. Bei longitudinaler auf das Individuum bezogener Betrachtung der Lungenfunktion zeigte sich in den stärker belasteten Städten eine geringe "Voralterung" der Lunge insofern, als ihre Funktion schneller, als es dem natürlichen Altersgang entspräche, abnahm.

In gewissem Gegensatz hierzu stehen die Ergebnisse einer großen epidemiologischen Gesundheits- und Ernährungsstudie in den Vereinigten Staaten, bei der ca. 24.000 Personen aus 90 Regionen der Vereinigten Staaten im Alter zwischen 1 und 75 Jahren untersucht wurden. Bei einer Teilgruppe von ca. 7.000 Personen wurden auch einfache spirometrische Lungenfunktionsuntersuchungen durchgeführt. Zwischen den Lungenfunktionsparametern und der Schwebstaubkonzentration in der entsprechenden Region ergab sich, besonders deutlich bei lebenslangen Nichtrauchern, eine statistisch signifikante Korrelation, wenn die mittleren Schwebstaubwerte über $60 \mu\text{g}/\text{m}^3$ lagen. Einer Zunahme der Jahresmittelwerte der Schwebstaubkonzentration um $33 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (von 87 auf $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$) entsprach z.B. eine Abnahme der Vitalkapazität um ca. 2,25 %.

Bemerkenswert ist in diesem Zusammenhang auch das Ergebnis einer deutschen Studie. Im Winter 1988/89 wurde in Nordrhein-Westfalen und im Winter 1990/91 in Sachsen-Anhalt jeweils ein Kollektiv von Personen mit chronischen Atemwegserkrankungen beobachtet. Die Probanden führten ein Beschwerdetagebuch, und in regelmäßigen Zeitabständen wurde die Lungenfunktion gemessen. Die Spitzenschadstoffkonzentrationen betragen in Nordrhein-Westfalen bis zu $250 \mu\text{g}/\text{m}^3$ SO_2 bzw. Schwebstaub und in Sachsen-Anhalt etwa das Dreifache der nordrhein-westfälischen Werte. In Nordrhein-Westfalen wurden keine und in Sachsen-Anhalt nur geringe gesundheitliche Auswirkungen beobachtet.

In den letzten 10 Jahren sind eine Vielzahl von Untersuchungen über den Zusammenhang zwischen Lungenfunktionsparametern und der Belastung der Luft mit dem Sekundärschadstoff Ozon (s. Kapitel 3.2.1) durchgeführt worden. Sie zeigen, daß sich bei besonders ozonempfindlichen Personen (ca. 10 % der Bevölkerung) auch bei Ozonwerten, wie sie an sonnigen Sommertagen in Mitteleuropa vorkommen, geringfügige und reversible Verschlechterungen der Lungenfunktion nachweisen lassen.

Insgesamt läßt sich feststellen: Die Belastung der Atemluft mit anthropogenen Schadstoffen kann die Entwicklung von Atemwegserkrankungen fördern und deren Verlauf ungünstig beeinflussen. Bis gegen Mitte der Sechzigerjahre hat dies zu augenfälligen Befunden geführt. In den meisten entwickelten Industriestaaten, so auch in Deutschland, wurden in der Folge erhebliche Anstrengungen zur Reinhaltung der Luft unternommen, die vorwiegend zu einem Rückgang der Belastung der Luft mit Schwefeldioxid und Schwebstaub aus der Verbrennung von festen Brennstoffen zu Energiegewinnung führten. Die Einflüsse der Luftschadstoffe auf die Morbidität an chronischer Bronchitis sind dadurch in der Tat deutlich zurückgegangen, so daß sie heute nur noch mit aufwendigen epidemiologischen Methoden nachweisbar sind. Allerdings zeigen gerade die neueren Studien zu Ozon und zu Feinstaub, daß das Problem der nachteiligen Wirkung von Schadstoffen in der Außenluft auf die Gesundheit des Menschen noch nicht völlig beseitigt ist.

Pseudokrapp: In den alten Bundesländern wurde in den 80er Jahren eine heftige Diskussion über den Zusammenhang zwischen Pseudokrapp und Schadstoffbelastung der Luft geführt.

In mehreren Bundesländern wurden daraufhin große Studien in Auftrag gegeben, nachdem zuvor der wissenschaftliche Beirat der Bundesärztekammer ein einheitliches Studienkonzept erarbeitet hatte, um die Vergleichbarkeit der einzelnen Studien zu gewährleisten. Mit der Fragestellung, ob für die zur Zeit in der Bundesrepublik Deutschland vorkommenden Luftschadstoffbelastungen Hinweise darauf

bestehen, daß Pseudokrupp in höher belasteten Regionen vermehrt auftritt, wurden die Ergebnisse dieser Studien zusammenfassend bewertet. Das Gutachten wertete 18 Querschnitt- und 22 Längsschnittstudien mit Erhebungsdaten von ca. 55 000 Kindern aus und kam zu den folgenden Ergebnissen:

Es besteht kein Zweifel daran, daß der wichtigste Ursachenfaktor für Pseudokrupp virusbedingte Entzündungen der oberen Atemwege sind. Ein weiterer wichtiger Risikofaktor für das Auftreten dieser Erkrankung ist die "familiäre Disposition". Es zeigte sich, daß in prädisponierten Familien Pseudokrupp im Mittel ca. dreimal so häufig auftritt wie in Familien ohne entsprechende Vorerkrankungen. Jungen sind zweimal so häufig betroffen wie Mädchen. Der Sozialstatus, gemessen am Ausbildungsstand der Eltern, ist ebenfalls von großer Bedeutung. Kinder von Akademikern erkranken zweieinhalbmal so häufig wie Kinder von Eltern mit Hauptschulabschluß. Nur bei einer älteren Untersuchung in Duisburg (März-Juli 1986) und bei einer Studie im damals noch stark belasteten Berlin zeigten sich signifikante Zusammenhänge zwischen der Häufigkeit der Erkrankung an Pseudokrupp und den Konzentrationen von SO₂ und Schwebstaub (nur Duisburg). Bei den anderen Studien war kein konsistenter Zusammenhang mit diesen Schadstoffen erkennbar. Hinsichtlich der Schadstoffkomponenten Stickstoffoxide und Kohlenmonoxid als Indikatoren für das Ausmaß der Luftbelastung durch den Kraftfahrzeugverkehr zeigte sich ein schwacher, nur teilweise statistisch abzusichernder Zusammenhang. Hier bestanden allerdings erhebliche methodische Defizite, insbesondere im Hinblick auf die räumliche Differenzierung der Immissionsmeßdaten. Insgesamt war der Einfluß der Luftschadstoffe auf das Krankheitsgeschehen wesentlich schwächer als der Einfluß der oben aufgeführten Faktoren „familiäre Disposition“ und „sozialer Status“.

Eine Untersuchung mit Zeitreihenanalyse der Pseudokruppeinweisungen für die Zeit von Oktober 1984 bis Oktober 1986 in Krankenhäuser in Hannover und Braunschweig mit modernen statistischen Methoden ergab eine geringe, aber signifikante Assoziation zu den gleichzeitig vorliegenden und den einige Tage zurückliegenden Ozonkonzentrationen.

2.1.2 Krebs

Bösartige Neubildungen, die üblicherweise unter dem - nicht ganz zutreffenden - Begriff Krebs zusammengefaßt werden, gehören zu den häufigsten Todesursachen in Deutschland. Im Mittel muß jeder 4. Einwohner der Bundesrepublik damit rechnen, an Krebs zu erkranken, ca. jeder 5. wird daran sterben. Lungenkrebs ist dabei weltweit die häufigste Krebserkrankung mit jährlich etwa 1,3 Millionen Neuerkrankungen und hat einen Anteil von ca. 13 % am gesamten Krebsgeschehen. Nach einer neueren Schätzung der Arbeitsgemeinschaft der bevölkerungsbezogenen Krebsregister werden für Deutschland etwa 28.900 Neuerkrankungen (18 % aller bösartigen Neubildungen) bei Männern und ca. 8100 Neuerkrankungen pro Jahr für Frauen (5 % der malignen Erkrankungen) angenommen.

Auch wegen des häufig dramatischen Krankheitsverlaufes stehen Krebs und seine „Ursachen“ ganz im Vordergrund des öffentlichen Interesses. Auf einen Zusammenhang zwischen der Erkrankung an Krebs und den durch menschliches Handeln verursachten Veränderungen der Umwelt zu schließen,

ist dabei naheliegend. Läßt sich hierzu aus Sicht der bisher vorliegenden Erkenntnisse eine Aussage treffen?

Die Verursachung von Krebs durch einen krebserzeugenden Risikofaktor, z.B. durch einen kanzerogenen Luftschadstoff, ist nicht zwangsläufig. Wegen des Zusammenspiels von individueller Empfindlichkeit und Umweltfaktoren bei der Krebsentstehung, auf das hier nicht näher eingegangen wird, ist es prinzipiell nicht möglich, im Einzelfall die Ursache für das Entstehen eines Bronchialkarzinoms zu identifizieren. Aber es ist durchaus möglich, Aussagen zu der Wahrscheinlichkeit zu machen, bei einer bestimmten Konzentration eines Schadstoffes in der Atemluft an Lungenkrebs zu erkranken.

R. Doll und R. Peto haben schon 1981 in ihrer bahnbrechenden statistisch-epidemiologischen Analyse die provokative These formuliert: „cancer is largely an avoidable disease“. Sie meinten damit, daß die überwiegende Zahl von Krebsfällen (etwa 80 %) durch prinzipiell vermeidbare Umweltfaktoren oder durch veränderbaren Lebensstil bedingt sind. Aufgrund der zeitlich und räumlich unterschiedlichen Inzidenz konnten sie plausibel machen, daß ca. 3/4 aller Malignome des Menschen auf Umweltfaktoren im weitesten Sinne (Virusinfekte, Ernährungsdefizite oder -exzesse, anthropogene oder natürliche kanzerogene Noxen oder Eigenarten des menschlichen Verhaltens) zurückzuführen sind, während die Relevanz erblicher Disposition damals noch weitgehend obskur war. Bei Lungenkrebs kennen wir den Hauptrisikofaktor. Es ist das Rauchen, dem ca. 80-90 % aller Lungenkrebsfälle zugeschrieben werden können.

Krebskrankheiten, die durch Umwelteinflüsse verursacht werden, unterscheiden sich bei den meisten Formen von Krebserkrankungen in ihrem Krankheitsbild und ihrem Verlauf nicht von Krebserkrankungen, die andere Ursachen haben, und sind daher nicht von diesen unterscheidbar. Eine gewisse Ausnahme bilden extrem selten auftretende Krebserkrankungen, die praktisch ausschließlich im Zusammenhang mit einer Exposition gegenüber einem bestimmten Schadstoff gesehen werden. So sind z.B. Pleuramesotheliome und Angiosarkome der Leber sehr selten und treten fast ausschließlich im Zusammenhang mit einer nachweislichen Exposition gegenüber Asbestfeinstaub bzw. gegenüber Vinylchlorid am Arbeitsplatz auf. Der Zusammenhang zwischen dem Auftreten dieser Tumore und der spezifischen Schadstoffbelastung ist deshalb äußerst plausibel.

Kennzeichnend für alle anderen durch Umwelteinflüsse hervorgerufenen Krebserkrankungen ist der Nachweis, daß die in Frage stehende Krebskrankheit unter ansonsten gleichen Lebensbedingungen mit höherer Wahrscheinlichkeit auftritt, wenn zusätzlich eine Exposition gegenüber bestimmten Noxen aus der äußeren Umwelt vorliegt. Für die hiervon betroffene Einzelperson ist dabei ausschließlich diese Exposition, nicht jedoch der ursächliche Zusammenhang mit der Krebskrankheit nachweisbar. Der ursächliche Zusammenhang zwischen Exposition und Krebserkrankung kann nur an größeren Bevölkerungsgruppen mit einer bekannten Umweltsituation nachgewiesen werden. Aus epidemiologisch gesicherten Dosis-Wirkungsbeziehungen beim Menschen (z.B. aus dem Bereich der Arbeitsmedizin) oder aber auch aus experimentellen Expositionen im Tierversuch extrapoliert, kann die Potenz der krebserzeugenden Wirkung annähernd geschätzt werden.

Die Luft zum Atmen, das Wasser zum Trinken, der Boden von dem geerntet wird und die Lebensmittel zum Essen weisen alle bis zu einem gewissen Grad durch menschliche Aktivitäten hervorgerufene

Verunreinigungen auf. Viele der in Umweltmedien und Lebensmitteln nachgewiesenen Verunreinigungen sind als krebserfördernd oder sogar krebserzeugend bekannt oder werden entsprechend verdächtigt. Zusätzlich zur Exposition durch chemische Stoffe ist die Exposition durch ionisierende und nicht-ionisierende Strahlung zu berücksichtigen.

Epidemiologisch gesicherte Erkenntnisse zu krebserzeugenden Stoffen in der **Atemluft** wurden meist in epidemiologischen Studien, die die Exposition an Arbeitsplätzen in vergangenen Jahrzehnten betrafen, gewonnen. Dabei bestanden an den Arbeitsplätzen weit höhere Konzentrationen krebserzeugender Einzelstoffe oder Gemische, als sie in der allgemeinen Umwelt heute gemessen werden. Luftverschmutzungen mit in höherer Dosierung am Arbeitsplatz nachgewiesener krebserzeugender Wirkung beim Menschen sind Arsen und seine Verbindungen, Asbestfasern, bestimmte Verbindungen von Chrom, Nickel und Cadmium, polyaromatische Kohlenwasserstoffe (PAK) und Dieselmotoremissionen (alle im Zusammenhang mit Krebserkrankungen der Atemwege) sowie Benzol in Zusammenhang mit Leukämie. Dazu kommen in Innenräumen Radon und seine Tochterelemente, deren krebserzeugende Wirkung in der Vergangenheit in Bergwerken zur sogenannten Schneeberger Krankheit (Lungenkrebs) geführt hat. Epidemiologische Untersuchungen lassen noch am besten auf die krebserfördernde Wirkung von Zigarettenqualm (Passivrauch) in den üblichen Innenraumkonzentrationen bei Nichtrauchern schließen.

Bei **Trinkwasserkontaminanten** werden vor allem Nitrat als Vorläufer von N-Nitrosoverbindungen und Pestizidrückstände aus der Landwirtschaft als krebserzeugend verdächtigt. Die Ergebnisse einzelner Studien zu dieser Frage sind in sich und untereinander noch widersprüchlich.

Verunreinigungen der **Lebensmittel** durch Bakterien und Pilze oder deren Toxine und andere natürliche Produkte sowie Lebensmittelzusätze¹ sind nicht Gegenstand dieser Betrachtung. Im Zusammenhang mit umweltbedingten Krebskrankheiten kommen nur unbeabsichtigte Verunreinigungen durch eine Vielzahl von Stoffen in Betracht, die von Schwermetallen bis zu Verbrennungsprodukten reichen, sowie Rückstände von Pestiziden und aus Verpackungsmaterialien.

R. Doll und R. Peto schätzen in der oben zitierten Studie aus dem Jahr 1981 für die genannten Verunreinigungen von Luft, Wasser und Lebensmitteln insgesamt einen Anteil von 1 bis 5 % an allen durch Krebskrankheiten verursachten Todesfällen. Im Vergleich dazu wurde der Anteil der Krebstodesfälle, die durch aktives Rauchen verursacht sind, auf zwischen 25 % und 40 % und der durch Fehlernährung verursachte Anteil auf 10 % bis zu 70 % geschätzt. Zu in der Größenordnung ähnlichen Zahlen für „umwelt“verursachten Krebs kommt die US-amerikanische Umweltbehörde EPA auf ganz anderem Weg, indem sie Erkenntnisse aus Tierversuchen bei hohen Dosen über mehrere Konzentrationsgrößenordnungen bis zu umwelttypischen Konzentrationen extrapoliert.

Die enorme Bedeutung der individuellen Lebensführung für das Krebserkrankungsrisiko erschwert den direkten Nachweis der weit geringeren Risiken aus der allgemeinen Umweltverschmutzung erheblich. Epidemiologische Untersuchungen zum Krebsrisiko durch Umweltfaktoren in den bei uns üblichen Belastungskonzentrationen sind schwierig, wenn nicht unmöglich. Das hängt mit der komple-

¹ Nach dem Lebensmittelgesetz sind krebserzeugende Lebensmittelzusätze grundsätzlich verboten

zen zeitlich-räumlichen Belastungssituation durch die sehr große Zahl verschiedener Schadstoffe aus den unterschiedlichen Quellen zusammen, vor allem aber auch mit den gleichzeitig und zum Teil viel bedeutenderen anderen Krebsrisikofaktoren, die als Störfaktoren in die statistische Analyse eingehen. Bildlich gesprochen ist das Rauschen des Krebsgeschehens so groß, daß das eigentliche zu beobachtende Signal, nämlich die durch Umwelteinflüsse verursachten Tumorfälle, nur mit großem Aufwand herauszufiltern und nachzuweisen sind. Beispielsweise würde der epidemiologische Nachweis eines Bronchialkarzinomrisikos von 1:1000 (1 Krebsfall auf 1000 Exponierte) die Beobachtung von 1 Million Belasteter und einer ebenso großen Zahl unbelasteter Vergleichspersonen über ein Jahr erforderlich machen. Eine solche Studie wäre weder finanzierbar noch praktisch durchführbar. Gleichwohl verbergen sich hinter einem gering erscheinenden Anteil von 1 bis 5 % aller durch Krebs verursachten Sterbefälle in Deutschland nicht weniger als 2.000 bis zu 10.000 Sterbefälle pro Jahr.

Epidemiologische Erkenntnisse zur krebserzeugenden Wirkung ionisierender Strahlen wurden überwiegend in Studien an den Überlebenden der Atombombenexplosionen in Hiroshima und Nagasaki gewonnen und in bereits wesentlich niedrigerem Dosisbereich an Arbeitsplätzen mit entsprechender Exposition (z.B. bei Radiologen). Die Überlebenden der Atombombenexplosionen wiesen im weiteren Verlauf ihres Lebens in nahezu allen Organbereichen erhöhte Krebshäufigkeit auf. Als besonders strahlenempfindlich zeigten sich das Knochenmark (Leukämien und in geringerer Zahl Multiple Myelome), die weibliche Brust und über inkorporierte radioaktive Elemente und ihre Strahlung zusätzlich die Schilddrüse, die Lunge und die Knochen. Die durchschnittliche Belastung der Allgemeinbevölkerung durch ionisierende Strahlung stammt in Deutschland wie in den meisten Ländern überwiegend aus natürlichen Quellen (terrestrischen und kosmischen) ein weiterer relevanter Anteil ist auf medizinische Anwendungen zurückzuführen. Der Anteil der Strahlenbelastung der Allgemeinheit aus der industriellen Nutzung der Kernenergie ist dagegen verschwindend gering. Epidemiologische Studien (z.B. die des Kinderkrebsregisters in Mainz), die das Auftreten von Leukämien und Lymphomen bei Kindern und Jugendlichen in der unmittelbaren Nachbarschaft von kerntechnischen Anlagen untersuchten, konnten bisher keinen Zusammenhang nachweisen. Die Ergebnisse der großen epidemiologischen Untersuchung in Schleswig-Holstein und Niedersachsen aus Anlaß eines Leukämie-Clusters in Nachbarschaft zum Kernkraftwerk Krümmel bleibt abzuwarten.

Als gesichert kann der fördernde Einfluß des UV-Anteils des natürlichen Sonnenlichts auf die Entwicklung aller nicht-melanotischen Hautkrebsformen und bestimmter Anteile maligner Melanome der Haut angesehen werden. Für die häufigsten histologischen Subtypen des malignen Melanoms, insbesondere bei jüngeren Menschen, ist ein Zusammenhang mit dem Sonnenbaden während der Kindheit und Jugend hinreichend gesichert.

In letzter Zeit durchgeführte epidemiologische Untersuchungen befaßten sich mit der Möglichkeit einer krebserzeugenden Wirkung durch extrem niederfrequente elektromagnetische Felder, mithin durch Wechselstromleitungen und Transformatoren. Auch hierzu liegen noch widersprüchliche Ergebnisse aus Berufskrebsstudien und Umweltstudien vor, die einer weiteren Klärung bedürfen. Diskutiert wird die Förderung der Entstehung von Leukämien im Kindesalter und von Hirntumoren. Die bisher vorliegenden, sehr aufwendigen epidemiologischen Studien konnten die Verursachung kindlicher Leukämien durch elektromagnetische Felder weder bestätigen noch verwerfen.

Obwohl eine Krebsverursachung durch die in der Atemluft, im Trinkwasser und in Lebensmitteln vorkommenden Konzentrationen an krebsfördernden Substanzen der konkreten Umweltsituation bisher nicht eindeutig empirisch nachgewiesen werden konnte und möglicherweise aus praktischen Gründen auch nicht nachweisbar sein wird, ist bei Extrapolation der Erkenntnisse aus der Arbeitsmedizin und der toxikologischen Daten aus Tierversuchen theoretisch für viele Krebslokalisationen eine Relevanz der Umweltbelastung für das Krebsgeschehen denkbar.

Zusammenfassend läßt sich sagen, daß eine wissenschaftlich unangefochtene, allgemein akzeptierte quantitative Abschätzung des Einflusses der Umwelt auf die Krebshäufigkeit zur Zeit nicht möglich ist. Sicher ist lediglich, daß der Einfluß der Lebensweise (Freizeitaktivität, Genußmittelkonsum, Ernährung, etc.) auf die Krebshäufigkeit sehr viel größer und die Krebsgefährdung an Arbeitsplätzen insgesamt bedeutsamer ist als die durch die allgemeine Umweltverschmutzung.

2.1.3 Allergien

Allergien sind insofern Umweltkrankheiten, als es sich um überschießende und damit pathologische Reaktionen des menschlichen Organismus auf Stoffe, vorwiegend Eiweiße handelt, die aus der Umwelt in den Körper gelangen. Eine Beeinflussung der Wahrscheinlichkeit, durch die Umweltbelastung im engeren Sinne an Allergien zu erkranken, ist zumindest theoretisch denkbar durch

- ein Mehrangebot an körperfremden, eventuell völlig neuen Stoffen, auf die sich die Abwehrmechanismen des Menschen bisher nicht einstellen konnten (Schadstoffe selbst, gentechnisch veränderte Eiweiße)
- Veränderung bestimmter klassischer Antigene, wie z.B. Pollen durch Umweltschadstoffe
- Schädigung der Barrieren des Epithels durch Umweltschadstoffe (Beispiel Ozon) und damit Erleichterung des Eintritts hochmolekularer Substanzen in die Blutbahn.

Nach Einschätzung der Weltgesundheitsorganisation stellen Allergien ein erhebliches und auch finanziell bedeutsames Gesundheitsproblem in der gesamten Welt dar. Nach wissenschaftlichen Untersuchungen nimmt die Häufigkeit von Allergien zu. Gleichwohl bleibt es schwierig, aus diesen Studien quantitativ den Anteil umweltbedingter Allergien abzuleiten.

Als Beispiel sei eine Studie über die Asthma-Inzidenz für die Jahre 1964-1983 aus der Mayo Clinic angeführt. Die Autoren hatten eine Vollstichprobe der Bevölkerung einer Kleinstadt des US-Mittelwestens einschließlich sämtlicher medizinischer Daten zur Verfügung. Ca. 60 % der Einwohner suchten mindestens einmal im Jahr die Klinik zur ambulanten oder stationären Behandlung auf. Seit den 30er Jahren waren alle Krankenakten automatisch archiviert. Die Studie vermied alle Verzerrungen, die durch unterschiedliches ärztliches Diagnoseverhalten auftreten können, indem die Diagnosen nach einheitlichen Kriterien retrospektiv einer Revision unterzogen wurden. Während in den 60er Jahre die jährliche Asthma-Inzidenz nahezu konstant bei ca. 200/100 000 Einwohner lag, ließ sich seit den frühen 70er Jahren ein konstanter Anstieg auf 280/100 000 Einwohner, also eine Zunahme um ca. 40 % in 15 Jahren beobachten. Dieser Anstieg betraf ausschließlich Kinder und Jugendliche bis zum

14. Lebensjahr. Da in diesem Lebensalter die Grundlage für eine Allergensensibilisierung gelegt wird, ist vermutlich ein in dieser Zeit relevant gewordener Umweltfaktor für den Anstieg verantwortlich. Außenluftschadstoffe ließen sich als Ursache ausschließen, da es sich um ein ländliches Reinluftgebiet handelt. Wenn man eine Verzerrung durch eine erhöhte Aufmerksamkeit der Eltern für dieses Krankheitsbild ausschließt, erscheint die Annahme plausibel, daß am ehesten eine erhöhte Innenraumbelastung durch die Energieeinsparungsmaßnahmen, die in den 70er Jahren in USA propagiert wurden und die zu einer besseren Isolierung der Häuser geführt haben, als Ursache in Frage kommt.

Wie durch viele genetische Studien belegt, ist zwar die Veranlagung, allergisch zu reagieren, vererbt, jedoch wird die Manifestation einer allergischen Veranlagung beeinflusst von Umgebungsfaktoren. Veränderte Umweltbedingungen sind somit in den letzten Jahren als eine Ursache der steigenden Prävalenz atopischer Erkrankungen diskutiert worden.

Für Deutschland läßt sich die Prävalenz von Allergien anhand von Daten aus dem Nationalen Gesundheitssurvey abschätzen (siehe Kapitel 2.4.3.1). Dabei wurde 1990 bis 1992 eine repräsentative Stichprobe der deutschen Bevölkerung aus der Altersgruppe 25 bis 69 Jahre nach dem Vorliegen von Allergien gefragt. Außerdem wurde ein Serum-Antikörpertest auf die häufigsten Inhalationsallergene: Gras-, Roggen-, Birken-, Beifußpollen, Hausstaubmilben und den Schimmelpilz *Cladosporium herbarum*, sowie auf Epithelien von Hund und Katze durchgeführt. Dieser Test wird als Nachweis einer Sensibilisierung gegen die entsprechenden Antigene angesehen. Bei positiv ausfallendem Test muß aber keine manifeste Allergie vorliegen.

Die in den alten Bundesländern befragten Personen gaben deutlich häufiger an, unter Inhalationsallergien zu leiden als Personen aus den neuen Ländern. Das Befragungsergebnis fand eine Bestätigung durch Antikörpertests. Die Prävalenzen sind zwar aufgrund der miterfaßten Allergie-Disposition insgesamt höher, die Ost-West-Unterschiede werden aber vergleichbar widerspiegelt. Eine differenzierte Auswertung zeigt die klare Altersabhängigkeit dieser Unterschiede. Ältere Personen, die ihre frühe Kindheit noch im ungeteilten Deutschland verbracht hatten, wiesen in Ost- wie in Westdeutschland (unter Berücksichtigung gleicher sonstiger Lebensumstände, wie Größe des momentanen Wohnorts, Bildungsgrad, Alter, Geschlecht, Rauchverhalten) mit gleicher Häufigkeit mit dem Serum-Test nachweisbare Sensibilisierungen für Inhalationsallergien auf. Unterschiede begannen sich erst bei den unter 40jährigen zu zeigen. Hier ist für die Westpopulation ein eindeutiges Anwachsen der Allergiehäufigkeit mit geringer werdendem Alter zu verzeichnen, während sich diese bei der untersuchten Ostpopulation über alle jüngeren Altersgruppen auf etwa gleichem Niveau hält.

Bei der Untersuchung auf das Vorliegen einer Sensibilisierung mit dem Serum-Antikörpertest zeigte sich ein signifikante Unterschied zwischen der Stadt- und der Landbevölkerung (Abbildung 1). Während in der ländlichen Region nur ca. 17 % der Untersuchten eine Sensibilisierung oder eine manifeste Inhalationsallergie aufwiesen, liegt der Anteil der Sensibilisierten in der Großstadt bei 25 %. Die soziale Schicht stellt ebenfalls eine entscheidende Einflußgröße dar, wobei die Prävalenz von Inhalationsallergien und die Sensibilisierung mit zunehmendem Sozialstatus deutlich steigt. Der Stadt/Land-Effekt bleibt jedoch in allen Schichten nachweisbar. Das gilt auch bei Berücksichtigung der Ost/West-Unterschiede. Die höchste Prävalenz findet sich folglich in der großstädtischen Oberschicht mit 24 %.

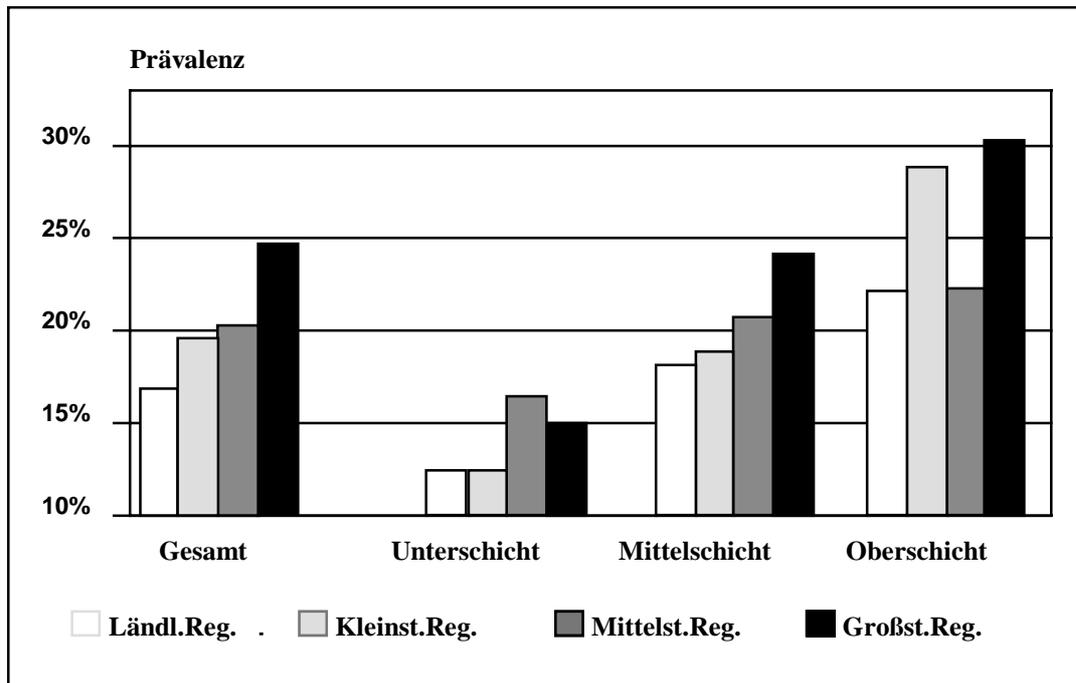


Abb. 1: Prävalenz von allergischer Sensibilisierung oder manifester Inhalationsallergie

In Untersuchungen aus Japan wurde ein Zusammenhang zwischen Belastungen durch Autoabgase, Heuschnupfenrate und Sensibilisierung gegen Zedernpollen gefunden. In tierexperimentellen Untersuchungen konnte ein Zusammenhang zwischen Dieselabgaspartikeln und erhöhten Sensibilisierungsraten belegt werden. Birken scheinen unter dem Einfluß von Autoabgasen vermehrt Allergene zu bilden, wie Untersuchungen aus dem Wiener Pathologischen Institut an Bäumen neben einer Stadtautobahn ergeben haben. Das Birkenpollenantigen BetV1 ist hier in größerem Umfange vorhanden.

Auch frühere Untersuchungen aus dem Ruhrgebiet belegen einen Zusammenhang zwischen Sensibilisierungen gegenüber Inhalationsallergenen und Verkehrsbelastung. So wurden bei Kindern aus dem Düsseldorfer und Kölner Raum signifikant häufiger spezifische Immunglobuline der Klasse E gegen die wichtigsten Inhalationsallergene, wie Hausstaubmilben und Gräserpollen gefunden, als bei Kindern aus dem Reinluftgebiet Borken in Westfalen. Für Nahrungsmittelallergene war dieser Unterschied hingegen nicht nachweisbar. Ein deutlicher Einfluß von Autoabgasen auf die Manifestation von Asthma konnte auch in einer Studie in Stuttgart nachgewiesen werden.

Die ursprüngliche Vermutung geht nun dahin, daß Erkrankungen wie Asthma und Allergien in Gebieten mit besonders hoher Luftverschmutzung häufiger seien als in Reinluftgebieten. Diese Vermutung wurde durch epidemiologische Studien aus den letzten Jahren gestützt. Bei Kindern aus einem Gebiet Südschwedens mit höherer SO_2 -Konzentration in der Luft wurde eine höhere Prävalenzrate von allergischem Asthma gefunden als bei Kindern aus einem Reinluftgebiet. Ähnliches wurde aus

Israel berichtet, wo in Gemeinden mit höherer Luftverschmutzung eine höhere Prävalenz von allergischem Bronchialasthma beobachtet wurde. Das relative Risiko (odds ratio) betrug 2.7.

Diese epidemiologischen Befunde werden durch tierexperimentelle Untersuchungen gestützt. So konnte im Meerschweinchenmodell gezeigt werden, daß eine Exposition gegenüber Schwefeldioxid die inhalative Sensibilisierung mit einem Allergen deutlich begünstigt.

Nach der deutschen Wiedervereinigung wurde es möglich, die Häufigkeit von Atemwegserkrankungen und Allergien in den beiden Teilen Deutschlands miteinander zu vergleichen. Da in ostdeutschen Städten, wie z.B. Halle und Leipzig, über viele Jahrzehnte eine wesentlich höhere SO_2 -Konzentration in der Außenluft bestand als in allen Städten Westdeutschlands, wurde angenommen, daß die Häufigkeit von Atemwegserkrankungen und Allergien in der ehemaligen DDR höher liegen müßte. Tatsächlich war das Gegenteil der Fall (s. oben).

Eine Studie, in der Fragebögen, Lungenfunktionsuntersuchungen und unspezifische bronchiale Provokationen zur Ermittlung der bronchialen Empfindlichkeit eingesetzt wurden, bot eine Vergleichsmöglichkeit der Asthma- und Allergiehäufigkeit bei 9- bis 11jährigen Schulkindern zwischen Leipzig mit starker Luftverschmutzung und dem bezüglich der Schwebstaub- und Schwefeldioxidbelastung eher als sauber geltenden München. In diesen Untersuchungen zeigte sich zwar in Leipzig eine wesentlich höhere Rate von Bronchitis (30.9 % gegenüber 15.9 % in München), Asthma war jedoch mit in München deutlich häufiger als in Leipzig. Eindrucksvoll waren auch die Unterschiede bei Heuschnupfen (8.6 vs. 2.7 %) und in den Sensibilisierungsraten gegenüber Pollen im Hauttest (31.0 vs. 13.1 %). Das relative Risiko für eine allergische Diathese (Atopie) war in München 2,6mal so hoch wie in Leipzig.

Ähnliche Ergebnisse erbrachte ein Vergleich zwischen Schulkindern in Sundsval in Schweden und Konin in Polen. In Konin lagen im Vergleich zu Sundsval in der Außenluft deutlich höhere Konzentrationen von Schwebstaub, Schwefeldioxid und Stickstoffdioxid vor. Die Kinder in Konin hatten auch häufiger infektbedingten Husten (relatives Risiko 2.1). Bei belastungsabhängigem Husten und Atemnot waren die relativen Risiken 1,6 bzw. 1,9 (Konin, Sundsval) Der Hauttest auf Inhalationsallergene war jedoch in Sundsval signifikant häufiger positiv als in Konin.

Diese Daten zeigen, daß offensichtlich Schwebstaub und Schwefeldioxid als Indikatoren der durch klassische Luftschadstoffe bedingten Außenluftbelastung keine wesentlichen Faktoren bei der Entstehung von Allergien im Kindesalter sind. Ungeklärt hingegen ist, ob eine vermehrte Belastung durch Schadstoffe aus dem Kraftfahrzeugverkehr (Stickstoffdioxid, Ozon) einen Anteil an der Verursachung der erhöhten Allergierate haben. Außer den oben erwähnten Zusammenhängen zwischen Autoabgasen und Heuschnupfen-Prävalenzraten gibt es hierfür bisher jedoch keine eindeutigen Hinweise.

Zur Erklärung der deutschen Ost-Westunterschiede in der Allergiehäufigkeit wird vor allem auf die unterschiedliche Lebensweise mit intensiverem Allergenkontakt (z.B. mit Hausstaubmilben, Haustierallergenen) und besser isolierten Wohnungen in den alten Ländern hingewiesen, da nach derzeitigen Erkenntnissen die Konzentration von Allergenen im Haushalt, insbesondere des Allergens der Hausstaubmilben, ein wesentlicher Faktor für die Allergieentwicklung ist. Auch eine höhere Infektionshäu-

figkeit in Kinderkrippen und -gärten kann möglicherweise zu einer niedrigeren Allergieprävalenz beitragen. Diese stimuliert offensichtlich das kindliche Immunsystem und verhindert möglicherweise die Entwicklung „pathologischer“ Immunreaktionen, als die Allergien angesehen werden müssen.

Zusätzlich scheinen Innenraumschadstoffe, insbesondere Tabakrauch, eine Rolle zu spielen. Früher waren möglicherweise die Stickoxide im Innenraum bei dem weitverbreiteten Kochen mit Gas von Bedeutung. Auch gibt es Hinweise für eine zunehmende Häufung der asthmatischen Beschwerden bei Kindern, die einer höheren Formaldehydexposition in der Atemluft ausgesetzt sind. Im Tierversuch erleichtert eine kurze und niedrig dosierte Formaldehydexposition eine inhalative Sensibilisierung mit Allergenen. Der häufigste Innenraumschadstoff mit Bedeutung für die Entstehung allergischer Reaktionen ist jedoch der Tabakrauch. Hierzu liegen ausreichende Daten bezüglich eines Einflusses auf die Entwicklung von respiratorischen Allergien vor. Bereits die intrauterine Exposition gegenüber Tabakrauchinhaltsstoffen führt bei Neugeborenen zu einer Häufung erhöhter IgE-Werte im Nabelschnurblut als Ausdruck einer konnatalen Sensibilisierung, auch wenn sonst keine atopische Diathese in der Familie vorliegt. Das Asthma bronchiale im Kindesalter ist in Familien, in denen geraucht wird, um den Faktor 2.0 - 2.5 häufiger als in Nichtraucherfamilien. Weiterhin konnte gezeigt werden, daß die Häufigkeit positiver Hauttestergebnisse bei Kindern positiv korreliert ist mit der Anzahl von Zigaretten, die täglich zu Hause in Gegenwart der Kinder geraucht werden. Ein Zusammenhang zwischen Tabakrauchexposition und vermehrter inhalativer Sensibilisierung konnte auch im Meerschweinchenmodell nachgewiesen werden.

Zusammenfassend läßt sich feststellen, daß sich aus den wissenschaftlichen Untersuchungen der letzten 10 Jahre Hinweise darauf ergeben, daß die zunehmende Prävalenz von Allergien in einem Zusammenhang mit Veränderungen der kindlichen Umwelt steht. Die klassischen Außenluftschadstoffe Schwefeldioxid oder Schwebstäube haben dabei nur eine nachrangige Bedeutung. Der Autoverkehr und dessen Emissionen scheinen dagegen eine gewisse z. Z nicht sicher quantifizierbare Rolle zu spielen. Die Allergenexposition, die direkt mit den Lebensumständen und der Lebensweise zusammenhängt, hat dabei offensichtlich eine große Bedeutung. Diese multifaktorellen Einflüsse, an denen die anthropogene Umweltbelastung einen noch nicht genauer quantifizierbaren Anteil hat, gilt es zu kontrollieren. Der häuslichen Tabakrauchexposition sollte dabei besondere Aufmerksamkeit gewidmet werden. Ihre Vermeidung ist auch im Hinblick auf eine Verhinderung der Entstehung von Allergien ein wichtiges Ziel der medizinischen/hygienischen Vorsorge.

2.1.4 Störungen der Fertilität und Reproduktionsfähigkeit des Menschen

Störungen der Reproduktionsfähigkeit des Menschen können auf der gesamten Strecke von der Bildung und Reifung der Keimzellen bis hin zum Zeitpunkt der Geburt (perinatal) durch die Einwirkung chemischer, biologischer und physikalischer Noxen ausgelöst werden. Für den umweltbezogenen Gesundheitsschutz waren solche Effekte aus verschiedenen Gründen bisher von nachrangiger Bedeutung. In vergleichsweise jüngerer Vergangenheit sind eine Reihe von Stoffen, die grundsätzlich geeignet sind, in die Regelung der hormonellen Steuerung von Sexualfunktionen einzugreifen (sog. endocrine disruptors), in der Umwelt gefunden worden. Dies hat erhebliche Aufmerksamkeit in der

Öffentlichkeit erregt. Insbesondere bestehen Befürchtungen, daß diese durch den Menschen in die Umwelt eingebrachten Substanzen ungünstige Auswirkungen auf die menschliche Fruchtbarkeit und Fortpflanzungsfähigkeit haben könnten. . Trotz intensiver Forschung auf diesem Gebiet konnte der Befürchtung, daß von diesen Stoffen ein Gesundheits- oder Existenzrisiko für den Menschen ausgeht, nicht erhärtet werden. Vielmehr zeichnet sich zum gegenwärtigen Zeitpunkt eher ab, daß die Bedeutung endokrin wirksamer Umweltschadstoffe für die menschliche Gesundheit eher gering ist. Zu dieser Einschätzung kam auch das Beratergremium für Altstoffe (BUA, 1999).

Aus einer Vielzahl von Befunden ergab sich, daß eine Reihe synthetischer Stoffe die Eigenschaft hat, mit der normalen endokrinen Funktion von Fischen, Vögeln, Reptilien und Säugetieren zu interagieren und ihre Fähigkeit zur Fortpflanzung und Entwicklung zu stören. In einigen Fällen wurden diese Stoffe speziell mit dem Ziel synthetisiert, die endokrinen Funktionen von Insekten zu stören, und so deren Vermehrung zu behindern, ohne daß dabei für andere Lebewesen ungünstige Effekte resultieren sollten. Aus Beobachtungen z.B. an Schnecken, Fischen und Alligatoren läßt sich jedoch schließen, daß bestimmte chemische Substanzen, aber auch nicht näher definierte Stoffgemische, z.B. in Abwässern, grundsätzlich die Fortpflanzungsfähigkeit und das Überleben von Populationen beeinflussen können. Verschiedene durch menschliche Aktivitäten in die Umwelt eingebrachte Stoffe weisen in Tierversuchen und bei in vitro durchgeführten Untersuchungen Wirkungen auf hormonelle Systeme auf.

Einige, in Nahrungsmitteln vorkommende Stoffe (sog. Phytoöstrogene), haben ebenfalls eine hormonartige Wirkung. Eine epidemiologische Studie von 1997 ergab, daß ein vermehrter Verzehr von Nahrung mit höherem Phytoörogenanteil mit einem Rückgang der Inzidenz bei Mammakarzinomen einherging.

Zu den chemischen Substanzen, die in bestimmten tierischen oder in vitro Systemen hormonelle Wirkungen ausgelöst haben, zählen organochlorhaltige Pestizide wie z.B. DDT und Dieldrin. Weiterhin wurde von PCB-Kongeneren (polychlorierte Biphenyle) gezeigt, daß sie östrogene Eigenschaften besitzen, wenn auch im Vergleich zu körpereigenem Östradiol mit sehr geringer Wirkstärke (etwa 1 : 1 Million). Auch weitere in anderer Hinsicht bereits in der öffentlichen Diskussion befindliche Stoffe, wie die Dioxine, zeigten ungünstige Effekte auf die männliche und weibliche Fruchtbarkeit, und in einem Tierversuch war die Häufigkeit von Endometriose erhöht.

Weiterhin wurden für Alkylphenole, die vielseitige Verwendung in Farben, Reinigungsmitteln, in der Papier- und Textilindustrie Verwendung finden, östrogene Eigenschaften mit allerdings niedriger Wirkung festgestellt. Für Herbizide, wie Atrazin, sind dagegen antiöstrogene Effekte ermittelt worden. Befunde zu DEHP (Diethylhexylphthalat), einem Plastikweichmacher, sind schwierig zu interpretieren: bei weiblichen Ratten kam es zu erniedrigten Östradiolspiegeln, anovulatorischen Östruszyklen und zur Bildung polycystischer Ovarien, während bei männlichen Ratten der Östrogenspiegel erhöht war, wobei bei erniedrigten Testosteronspiegeln Hoden und Samengänge verkümmert waren.

Es ist naheliegend, anhand solcher Beobachtungen und Daten auch Befunde aus dem Bereich der menschlichen Fertilität und der Fortpflanzungsorgane mit einer möglichen Exposition gegenüber

Fremdstoffen, aber auch gegenüber natürlich vorkommenden Stoffe mit endokriner Wirkung in Verbindung zu bringen. Diese sind z.B.:

Spermienzahl und Spermienqualität: Aus verschiedenen, z.T. widersprüchlichen Studien ergeben sich Hinweise darauf, daß die menschliche Spermienzahl in den letzten Jahrzehnten abgenommen hat. Die Befunde sind aus methodischen Gründen schwierig zu interpretieren, haben aber verständlicherweise die besondere Aufmerksamkeit der Medien und der Öffentlichkeit erregt. Neben Studien aus den USA, die keine Veränderung der Spermienzahl und -qualität zeigten, gibt es Studien aus Frankreich und Finnland, die einen seit 1940 anhaltenden Trend der Abnahme der Anzahl und Qualität von Spermien aufwiesen. Es ist sicher, daß weitere Studien und Analysen nötig sind, um eine wissenschaftlich abgesicherte Stellungnahme zu diesem Problem zu ermöglichen. Letztlich ist es auch notwendig, nicht nur die Anzahl und die Qualität von Spermien zu bestimmen, sondern insbesondere die Auswirkung dieser Befunde auf die männliche Fruchtbarkeit zu untersuchen, was bisher noch nicht geschehen ist.

Kryptorchismus (Hodenhochstand): Eine Untersuchung aus England 1992 zeigte einen Anstieg der Häufigkeit von Kryptorchismus in London im Vergleich zu früheren Jahren. Eine Studie in den USA von 1993, konnte diesen Befund allerdings nicht bestätigen. Wegen der Verknüpfung zwischen Kryptorchismus und anderen Erkrankungen der männlichen Sexual-Organen, wie Hypospadie und Hodenkrebs, sollten die Hinweise auf ein erhöhtes Auftreten von Kryptorchismus Anlaß zu weiteren Untersuchungen sein. Die Fehllagerung des Hodens ist ein anerkannter Risikofaktor, der mit der Entwicklung von Hodenkrebs mit einem relativen Risiko von ca. 5 verknüpft ist.

Hypospadie (angeborene Fehlmündung der Harnröhre an der Unterseite des männlichen Gliedes): Die Häufigkeit der bei der Geburt festzustellenden Hypospadie variiert in verschiedenen Ländern um einen Faktor von mehr als 100. Diese ist unter anderem durch eine national unterschiedliche Definition und Untersuchungstechnik bedingt. Möglicherweise spielen aber auch ethnische Faktoren eine Rolle. Daten aus England zeigen einen ansteigenden Trend der Prävalenz zwischen 1965 und 1983, dann eine etwa gleichbleibende Prävalenz mit einem Abfall in den letzten Jahren. Auch aus anderen Ländern ist ein Anstieg der Hypospadie berichtet worden (Schweden, Norwegen, Dänemark, Finnland, Spanien, Neuseeland, Australien und frühere Tschechoslowakei).

Hodenkrebs: Daten der nationalen Krebsregister zeigen einen Anstieg der Inzidenz in den USA und in den nordischen Ländern (Dänemark, Schweden, Norwegen, Finnland und Grönland). Auch Daten der bevölkerungsbezogenen Krebsregister in Deutschland, des Nationalen Krebsregisters der ehemaligen DDR sowie des saarländischen Krebsregisters, zeigen einen deutlichen Anstieg der Inzidenzraten an Hodenkrebs für 20-40jährige Männer. Interessanterweise ergibt sich jedoch auch zwischen nahe benachbarten Ländern ein erheblicher Unterschied in den Häufigkeiten; so sind die Raten für Hodenkrebs in Dänemark fünfmal höher als in Finnland, die in der DDR waren um immerhin ca. 30% höher als im Saarland. Die Daten aus den USA weisen darauf hin, daß der Anstieg an Hodenkrebskrankungen auf die weiße Bevölkerung beschränkt ist und bei Schwarzen nicht auftritt. Aufgrund verbesserter therapeutischer Möglichkeiten kam es mit dem Anstieg der Erkrankungshäufigkeit jedoch zu keinem Anstieg der Sterblichkeit an Hodenkrebs. Im Gegenteil, in den alten Bundesländern

läßt sich seit Mitte der 70er Jahre, dem Beginn des Inzidenzanstiegs, ein Rückgang der Mortalitätsraten um 50% beobachten.

Im Gegensatz zu einem beobachteten Anstieg bei Hodenkrebs und einem möglichen Anstieg pathologischer anatomischer Befunde des männlichen Urogenitaltraktes haben sich derartige Trends beim weiblichen Urogenitaltrakt nicht nachweisen lassen. Beunruhigend sind allerdings die Entwicklungen beim Brustkrebs und bei Endometriosen (pathologische Gebärmutter Schleimhaut außerhalb der Gebärmutter). Hier zeigt sich ein deutlicher Anstieg in den letzten Jahren.

Brustkrebs: Für einen Anstieg der Häufigkeit von Brustkrebs liegen aus einer Reihe von Ländern Hinweise vor. Daten aus den Krebsregistern in Finnland, Dänemark, Schweden, aber auch aus den USA lassen insbesondere bei Frauen im Alter von über 50 Jahren einen deutlichen Anstieg erkennen. Für Deutschland zeigt sich anhand Daten des saarländischen Krebsregisters und des Nationalen Krebsregisters der ehemaligen DDR ein Anstieg der Inzidenz um 20 % (Saarland) bzw. 30 % (in der ehemaligen DDR bei deutlich niedrigerer Erkrankungshäufigkeit) innerhalb der letzten 25 Jahre. Dem entspricht ein Anstieg der Mortalität an Brustkrebs um 10 % in den alten und neuen Bundesländern. Der Anstieg von Mortalität und Inzidenz schließt auch jüngere Altersbereiche ein. Diese Befunde sind aus gesundheitspolitischer Sicht von großer Bedeutung, da Brustkrebs bei Frauen die häufigste Krebsart ist. Aus präventivmedizinischen Gründen ist die Feststellung der Ursachen für den beobachteten Anstieg der Inzidenz von besonderer Relevanz. Wenn auch bislang nicht klar ist, ob der Anstieg durch einen definierbaren Auslöser (einen einzigen oder eine Gruppe von unterschiedlichen Faktoren) verursacht wird, konzentriert sich dabei das Interesse auf mögliche beeinflussbare Risikofaktoren aus der Umwelt und der Lebensführung. Wissenschaftliche Untersuchungen haben sich z.B. mit dem individuellen Hormonstatus befaßt, ohne zu eindeutigen Ergebnissen zu kommen. Es gibt Anhaltspunkte dafür, daß eine längerdauernde Einnahme oraler hormoneller Kontrazeptiva wie auch die in den letzten Jahren üblich gewordene hormonelle Substitutionstherapie in der Menopause das Brustkrebsrisiko erhöht. Auch weisen die bisher gesicherten Risikofaktoren: frühe Menarche, späte Menopause, späte erste ausgetragene Schwangerschaft, Kinderlosigkeit und postmenopausale Adipositas, konsistent auf einen Zusammenhang zwischen Brustkrebs und dem hormonellen Gleichgewicht endogener wie exogener Östrogene und Gestagene hin. Die mögliche Rolle von hormonell wirksamen Umweltstoffen ist in diesem Zusammenhang diskutiert worden.

Aus den geschilderten epidemiologischen Befunden kann geschlossen werden, daß Erkrankungen, die in Zusammenhang mit Veränderungen des Hormonsystems stehen, in den letzten Jahren bzw. Jahrzehnten häufiger geworden sind. Dies gilt ohne Zweifel für Hodenkrebs beim Mann und Brustkrebs bei der Frau. Eine ursächliche Beziehung zwischen einer Zunahme dieser Befunde und einer möglichen Exposition gegenüber natürlichen und künstlich hergestellten Östrogenen bzw. hormonell wirksamen Substanzen in der Umwelt ist bislang nicht ausreichend sicher belegt. Welchen Beitrag diese Substanzen, verglichen mit anderen Faktoren wie Ernährung (insbesondere Verzehr bestimmter Fette), Lebensgewohnheiten, ethnischen Faktoren spielen, ist bislang noch ungeklärt.

2.1.5 Herz-Kreislaufstörungen und Lärm

Andere als die oben dargestellten Endpunkte der Wirkungen von anthropogenen Umweltfaktoren haben bisher in der Öffentlichkeit, aber auch in der wissenschaftlichen Diskussion, relativ wenig Beachtung gefunden. Daß sie trotzdem eine wichtige gesundheitspolitische Relevanz besitzen können, zeigt die Diskussion über den Zusammenhang zwischen Herzinfarkt und Lärmexposition.

Lärmbelastung kann im Sinne eines Stressors wirken, wobei sich die Streßreaktion nicht von der Wirkung anderer Stressoren unterscheidet, also unspezifisch ist. Diese Streßeffekte wirken sich im psychischen Bereich als Belästigung, Ärger und Anspannung sowie im vegetativen Bereich aus. Lärm kann auch bei niedrigen Schallintensitäten Streßreaktionen auslösen, wenn Aktivitäten wie Kommunikation und Konzentration oder Erholung und Schlaf durch den Lärm gestört werden. Allgemein treten im Zusammenhang mit Streß Verteidigungsreaktionen auf, die u.a. mit einer Erhöhung des Energieumsatzes, der Herzfrequenz, des Gefäßwiderstandes und gesteigerter Adrenalin- und Noradrenalinausschüttung verknüpft sind, die wiederum zu Veränderungen des Fettstoffwechsels führen.

Zu den Belastungssituationen, die Verteidigungsreaktionen auslösen können, zählt u.a. der Straßenverkehrslärm, dem Anwohner vielbefahrener Straßen unter Umständen dauerhaft ausgesetzt sind. Zu den gesundheitlichen Wirkungen dieser Belastung liegen inzwischen zahlreiche epidemiologische Untersuchungen vor, die sich auf methodisch unterschiedliche Wege mit dem Zusammenhang von Verkehrslärm und streßbedingtem Herzinfarkt beschäftigen. Die dabei ermittelten Ergebnisse sind statistisch für jede Einzelstudie nicht oder nur annähernd gesichert (Irrtumswahrscheinlichkeit kleiner als 10 %). In der Gesamtsicht aller Studien zeigt sich jedoch konsistent eine Erhöhung des Herzinfarkttrisikos um ca. 20 % bei Straßenverkehrsbelastungen mit Mittelungspegeln vor dem Wohnfenster von mehr als 65 dB (A) am Tage an.

Ein relatives Herzinfarkttrisiko von 1.2 bei einer Lärmbelastung von über 65 dB (A), das durch die Gesamtanalyse aller neueren Studien wahrscheinlich gemacht werden kann, würde bei der hohen Grundsterblichkeit an Herzinfarkt von etwa 10 % rechnerisch ein Lebenszeitrisiko von 1 : 50 für dauerhaft so hohen Lärmpegeln ausgesetzte Personen bedeuten, an einem lärmbedingten Herzinfarkt zu sterben. Dieses Risiko wäre um den Faktor 20 höher als das für Anwohner vielbefahrener Straßen geschätzte Risiko, an einer durch verkehrsbedingte Luftschadstoffe verursachten Krebserkrankung zu sterben. Betrachtet man zusätzlich die hohe Zahl von Personen, die dauerhaft Straßenverkehrslärmbelastungen über 65 dB (A) ausgesetzt sind, wird deutlich, daß es sich bei der häufig unterschätzten Lärmproblematik in Wahrheit um ein Thema von erstrangiger Bedeutung für den gesundheitlichen Umweltschutz handelt, das zumindest aus Vorsorgegründen erhebliche weitere Anstrengungen als bisher erfordert.

2.1.6 Umweltassoziierte Gesundheitsstörungen im engeren Sinne („Umweltsyndrome“)

In den letzten 20 Jahren wurden in den industrialisierten Ländern immer wieder besondere Gesundheitsstörungen mit bestimmten Umweltfaktoren in Verbindung gebracht. Gemeint sind hierbei nicht die Krankheiten oder gar Todesfälle, die nach örtlich massiven Schadstoffbelastungen (z. B. Minamata), nach Großunfällen in Chemiebetrieben (z. B. Seveso), nach Störfällen in Kernkraftwerken (Tschernobyl) oder im Gefolge extremer Smogepisoden auftraten und auch nicht die theoretisch aufgrund von Risikoabschätzungen zu erwartenden Erkrankungs- und Todesfälle. Es handelt sich dabei vielmehr um mit der physikalisch-technischen Umweltbelastung in Verbindung gebrachte sog. „umweltassoziierte“ Gesundheitsbeeinträchtigungen, die unter mehr oder minder verbreiteten („üblichen“) Expositionsbedingungen der Bevölkerung nur bei einzelnen Individuen beobachtet werden. Dabei wird von seiten der Betroffenen, von den behandelnden Ärzten und auch von den Medien ein ursächlicher Zusammenhang zwischen diesen Gesundheitsstörungen und Einwirkungen von Noxen aus der Umwelt hergestellt. In der öffentlichen Diskussion wird daher auch von „Umweltkrankheiten“ gesprochen.

Die betroffenen Patienten klagen in der Regel über vielfältige, häufig nicht klar umschriebene Symptome. Diese beziehen sich meistens auf mehrere Organe und Systeme. Im Extremfall ist solchen Menschen ein erträgliches Leben nur möglich, wenn die vermeintliche Ursache, eine Exposition gegenüber einer bestimmten Umwelttoxine oder auch gegenüber mehreren streng gemieden wird. Dies gilt für die Einwirkung von Chemikalien aus dem alltäglichen Lebensumfeld, die Aufnahme bestimmter Nahrungsmittel und Medikamente oder - auch häufiger in den nordischen Ländern als in Deutschland - für die Einwirkungen elektromagnetischer Felder. Durch die so aufgezwungene Lebensweise isolieren sich die Betroffenen von ihrer sozialen Umwelt und sind in der Regel nicht arbeitsfähig. Der Leidensdruck ist erheblich.

Vereinzelt sind solche „Umweltkrankheiten“ epidemieartig aufgetreten, obwohl weder Umwelttoxine noch ein infektiöses Agens als Auslöser oder Ursache der Beschwerden gefunden werden konnten. Die Interpretation als „mass psychogenic illness“ lag in solchen Fällen nahe. In anderen Fällen konnten als wahrscheinlichste Auslöser einer solchen „Epidemie“ Äußerungen von „Experten“ oder einschlägige Medienberichte aufgezeigt werden. Beispiele hierfür sind die Häufungen von Fibromyalgie-Fällen in Australien (1980), die sog. Tübinger Krankheit (1987ff) und auch manche Fälle von Sick-Building-Syndrom. Bei letzteren spielt offensichtlich häufig die Kommunikation über Beschwerden und die Bezugnahme auf den Arbeitsplatz eine Rolle.

Da die von den Patienten angegebenen Symptome mit den Methoden der Schulmedizin in der Regel nicht objektivierbar und Ursachen dafür nicht mit ausreichender Sicherheit nachweisbar sind, sind die Patienten meist von ihren Ärzten, die ihnen keine Hilfestellung anbieten können, enttäuscht und fühlen sich nicht ernst genommen, so daß häufige Arztwechsel die Folge sind. Viele Patienten landen schließlich in ihrer Not bei Vertretern alternativer und paramedizinischer Behandlungskonzepte. Einige durchlaufen vorher, in der Regel erfolglos, auch eine psychiatrische Evaluation.

Zur Erklärung dieses Phänomens einer Gesundheitsstörung ohne nachweisbare relevante Schadstoffexposition wird von einigen Autoren die Hypothese eines kommunikativ und psychisch ausgelösten Syndroms (wie z.B. durch einen Nocebo-Effekt oder eine sogenannte Toxikopie (nach Kofler, d.h. Kopie einer toxischen Reaktion)) angeboten, ohne allerdings hierfür ausreichende empirische Belege vorlegen zu können. Die von einem Großteil dieser sogenannten „Umweltpatienten“ geklagten Symptome weisen in der Tat eine deutliche Nähe zu Angststörungen, depressiven Störungen und Krankheitskonzepten wie Hypochondrie und Somatisierungstörungen auf. In den letzten Jahren haben sich deshalb Psychologen und Psychiater zunehmend mit diesen Kranken beschäftigt, allerdings ebenfalls ohne bisher eine akzeptable Beschreibung und Deutung des Krankheitsbildes vorlegen zu können. Sollte die Hypothese einer psychischen Komponente bei diesen „Umweltkrankheiten“ zutreffen, dann müßte vermieden werden, diese Patienten auf möglicherweise falsche, für sie letztendlich unergiebige, medizinisch ausgerichtete Krankheitskonzepte zu lenken und damit einer einseitigen Fixierung auf Umwelttoxinen Vorschub zu leisten. Dies gilt besonders bei Menschen mit erhöhter Angstbereitschaft.

Andererseits ist bei der Fragwürdigkeit der bisher vorgelegten psychiatrischen Erklärungs- und Therapiekonzepte aber auch eine ungerechtfertigte „Psychiatisierung“ solcher Patienten zu vermeiden. Die Gefahr, daß Patienten zu Unrecht mit ihren Beschwerden und Symptomen - von denen in vielen Einzelfällen die Medizin nicht mit Sicherheit sagen kann, daß sie nicht doch umweltbedingt sind - nicht ernst genommen und falsch behandelt werden, muß den beteiligten Ärzten und Behörden immer bewußt sein.

Im folgenden werden beispielhaft einige als „Umweltsyndrome“ beschriebene Problemkomplexe kurz dargestellt.

„Sick Building“-Syndrom (SBS)

Das SBS tritt seit Mitte der 70er Jahre im Gefolge der verstärkte eingesetzten Wärmedämmung bzw. Innenraumabdichtung (Energiesparmaßnahmen), dem zunehmenden Einbau raumluftechnischer Anlagen (Zwangsbelüftung) und im Zusammenhang mit neuen Bau-, Raumausstattungs- und Einrichtungsmaterialien vermehrt in Erscheinung. Typischerweise sind gleichzeitig mehrere Personen durch den Aufenthalt in entsprechenden Gebäuden/Innenräumen, z. B. nach Neubezug oder Renovierung, von der SBS-Symptomatik im Sinne einer Befindlichkeitsstörung betroffen. In typischen Fällen kommt es zu einem gemeinsamen Auftreten von Schleimhautreizungen (Augen, Nase, Rachen), Hautsensationen, Kopfschmerzen und Müdigkeit. Nach Verlassen des Raumes oder des Gebäudes, in dem die Beschwerden aufgetreten sind, nehmen diese rasch ab und bei erneutem Aufenthalt - bei Arbeitsräumen etwa nach dem Wochenende - wieder zu, besonders am ersten Arbeitstag nach längerer Freizeit („Montagskrankheit“). Oft handelt es sich um Büroräume, seltener um andere Arbeitsräume, z. B. Verkaufs-, Labor-, Klinik- oder Schulräume. SBS-analoge Symptome können auch in privaten Wohnräumen auftreten. Manche Umweltmediziner sprechen von SBS jedoch erst, wenn eine Personengruppe betroffen ist (z.B. etwa 1/4 der in einem Gebäude „exponierten Personen“). Frauen erkranken anscheinend häufiger als Männer, in abhängigen Positionen Beschäftigte häufiger als sog. „Führungskräfte“.

Wesentliche Faktoren, die ein SBS begünstigen, sind zu geringe Luftaustauschraten in stark isolierten Gebäuden, Emissionen von Dämpfen, Gasen, geruchsaktiven Substanzen und Staub, (einschließlich Faserstäuben) sowie unzureichend gewartete (ggf. auch schlecht dimensionierte) Klimaanlage. Zu beachten sind ferner: klimatischer und ergonomischer Diskomfort, Belastung durch Tabakrauch, Bildschirmtätigkeit, Lärmbelastung, Infraschall-Emissionen und psychischer oder soziale Streß, wie z.B. Mobbing, Arbeitsunzufriedenheit oder Konflikte im Privatleben. Durch suggestives Klagen einzelner Mitarbeiter können Beschwerden anscheinend auch in einem gruppenspezifischen Prozeß verstärkt oder unterhalten werden. Beim SBS handelt es sich demnach um ein *multifaktorielles Geschehen*, bei dem physikalische, chemische, biologische und psychische und soziale Faktoren eine Rolle spielen, wobei deren Anteile sehr verschieden ausgeprägt sein können.

Vom SBS sind die sog. gebäudeassoziierten Krankheiten („building related illness“, BRI) abzugrenzen. Hier handelt es sich um klinisch wohldefinierte Krankheitsbilder mit bekannter Ätiologie, z.B. die Legionella-Pneumonie oder das Befeuchterfieber (das durch Schimmelpilze wie thermophile Aktinomyzeten hervorgerufen wird); im weiteren Sinne können auch Hausstaub- und durch andere Innenraumantigene hervorgerufene Allergien darunter subsumiert werden.

Nach vorsichtiger Schätzung dürften in Deutschland derzeit 1 Million Menschen durch eine SBS-Symptomatik oder durch eine BRI am Büroarbeitsplatz beeinträchtigt sein. Schlechte Luftqualität an derartigen Arbeitsplätzen führt, wie in mehreren Studien gezeigt werden konnte, zu sinkender Produktivität und einer Erhöhung krankheitsbedingter Fehlzeiten. Die dadurch verursachten Kosten sind beträchtlich (s. auch Kapitel 3.2.2).

Multiple Chemical Sensitivity (MCS)

Unter den Patienten, die aufgrund eigener Annahmen oder Beobachtung bzw. aufgrund der Hinweise Dritter (z.B. Ärzte) ihre gesundheitlichen Beschwerden auf Umwelttoxinen zurückführen, gibt es einige, die eine individuelle Überempfindlichkeit gegen verschiedenste, nicht chemisch miteinander verwandte Chemikalien geltend machen. Diese Symptomatik wird als „Multiple Chemikalien-Überempfindlichkeit“ (engl. „Multiple Chemical Sensitivity Syndrome“) bezeichnet.

Die Patienten geben an, daß sie auf unterschiedlichste, alltägliche Fremdstoffeinflüsse mit erheblichen gesundheitlichen Problemen reagieren. Angeschuldigt werden: Autoabgase, Zigarettenrauch, Duftstoffe (Parfüm, Deo), Schädlingsbekämpfungsmittel, Ausdünstungen aus Druckerzeugnissen, Baumaterialien, Einrichtungsgegenständen, Farben und Lacken, Textilmaterialien und Waschmittelrückstände, Medikamente und Impfstoffe, Nahrungsmittelinhaltsstoffe, Dentalmaterialien und andere. Über die Häufigkeit der Symptomatik in der Bevölkerung gibt es keine verlässlichen Daten.

Oft wird der Beginn des Leidens mit einer einmaligen akzidentellen, erhöhten Schadstoffbelastung (z.B. durch einen Unfall oder eine erhöhte Exposition am Arbeitsplatz) in Zusammenhang gebracht. Im Laufe der Zeit verselbständigt sich das Krankheitsgeschehen indem der Patient nunmehr auf geringste und vielfältige, andere als die ursprünglich auslösende Fremdstoffeinwirkungen reagiert. Die Betroffenen klagen über unspezifische Symptome, wobei meist mehrere Organsysteme betroffen

sind. Die Beschwerden können in ihrer Ausprägung deutlich variieren, was von seiten der Patienten auf entsprechende Schadstoffkarenz oder erneute Schadstoffexposition zurückgeführt wird.

Eine allergologische und sonstige fachärztliche Diagnostik ergibt bei „MCS-Patienten“ in der Regel keinen richtungsweisenden Befund. Die Biomonitoring-Werte, als Indikator für die interne Schadstoffbelastung, sind im allgemeinen unauffällig. Viele Patienten geben sich mit den Negativ-Befunden und der „Hilflosigkeit der Schulmedizin“ jedoch nicht zufrieden, sondern konsultieren immer neue Ärzte, suchen Hilfe in Umweltpraxen, -ambulanzen und -kliniken oder vertrauen auf das paramedizinische Angebot.

Die Angst vieler MCS-Patienten vor Fremdstoff-Expositionen und den damit - im Verständnis der Patienten - zwangsläufig verbundenen Gesundheitsstörungen kann sehr ausgeprägt sein. Sie versuchen folglich, Schadstoffkontakte konsequent zu meiden, indem sie z.B. jegliche potentiell „schadstoffemittierenden“ Einrichtungsgegenstände und Materialien aus ihrer Wohnung entfernen und sich in einigen Fällen sogar mit leichteren Atemschutzutensilien ausrüsten. Solche Patienten sehen sich - von ihnen so wahrgenommen oder real - dem Unverständnis ihrer Mitbürger und der „Ignoranz der Ärzte“ ausgeliefert; sie sind an den üblichen Arbeitsplätzen oft nicht mehr zu integrieren und damit über lange Zeiträume arbeitsunfähig. Es folgen Entlassung, Arbeitsunfähigkeit, sozialer Rückzug und Isolation.

Die von Patienten im Zusammenhang mit MCS vorgebrachten komplexen Symptome kann man in drei Kategorien zusammenfassen:

- Zentralnervöse oder vegetative Symptome:
extreme Müdigkeit, Kopfschmerzen, Benommenheit, Gedächtnisstörungen, Schlafstörungen, Konzentrationsstörungen, Depression, Unruhe, emotionale Labilität, Reizbarkeit;
- Irritative Symptome:
Brennen und Jucken der Bindehäute, obstruktive Rhinitis, Asthma, Ekzeme, Nesselsucht und andere Hauteffloreszenzen;
- Gastrointestinale Symptome:
Übelkeit, Diarrhöen, Obstipation, Krämpfe, Flatulismus.

Besonders häufig sind Personen in der Altersstufe zwischen 40 und 50 Jahren betroffen. MCS tritt bei Frauen 4 mal häufiger auf als bei Männern. Die Patienten verfügen meist über ein höheres Bildungsniveau. Lösungsmittel und Pestizide werden offenbar etwas öfter als andere Stoffe bzw. Stoffgruppen als auslösende Faktoren benannt.

Insgesamt handelt es sich um ein langwieriges Leiden, das phänomenologisch relativ gut bekannt ist und einigermaßen von anderen umweltbezogenen Gesundheitsstörungen abgegrenzt werden kann². Der Zusammenhang zwischen dem Auftreten von MCS und der Belastung durch Umweltchemikalien ist nach wie vor umstritten. Andererseits paßt das Krankheitsbild nicht gut zu einer der etablierten Diagnose aus dem Gebiet psychischer Erkrankungen. Derzeit werden für MCS u. a. die folgenden

² Im Einzelnen sind aber die Kriterien, die das Krankheitsbild eindeutig von anderen „umweltassoziierten“ Gesundheitsstörungen abgrenzen, unter Wissenschaftlern strittig.

Deutungsmodelle diskutiert, wobei es für jedes einzelne Hinweise, aber keine einer objektiven Prüfung standhaltende Beweise gibt.

Toxisch induzierter Verlust der Toleranz gegenüber Chemikalien: Dieses Modell geht am weitesten auf die Vorstellungen der „klinischen Ökologen“ ein und versucht mit schulmedizinischen Argumenten, die von diesen beschriebene Phänomene, wie Maskierung, Gewöhnungs- und Entzugsphänomene in das Modell einzubeziehen. Das zugrundeliegende Modell setzt voraus, daß in einer ersten Phase durch eine akute hochdosierte oder durch chronisch schleichende niederdosige Exposition gegenüber einem oder mehreren toxischen Fremdstoffen oder Noxen über einen bisher noch nicht verstandenen Mechanismus eine Chemikalien-Überempfindlichkeit induziert wird. Die Exposition gegenüber toxisch relevanten Konzentrationen eines Fremdstoffes beeinträchtigt nach diesem Modell die natürliche Toleranz gegenüber Fremdstoffen und Noxen im allgemeinen. In der auf das Initiereignis folgenden Phase der verminderten Toleranz genügen dann kleinste Dosen, um Symptome auszulösen. Belege für das Modell werden aus der Drogenforschung bezogen. Das Modell würde sich nur unter sehr großem Aufwand für Untersucher und Probanden testen lassen, da die Patienten für Provokationsteste über einen längeren Zeitraum (4-7 Tage) in „chemikalienarmer“ Umgebung hospitalisiert werden müßten, um falsch positive (durch Interferenz) oder falsch negative Ergebnisse (durch Maskierung) auszuschließen.

Zeitabhängige neurale Bahnung im olfaktorisch- limbischen System: An Tiermodellen läßt sich eine progressiv zunehmende Reaktionsstärke durch wiederholte niedrigschwellige chemische Reize im „olfaktorischen System“ (Riechsystem) des Vorderhirns induzieren, die bis zur Auslösung anfallsartiger Phänomene gehen kann. Im Englischen wird dieses Phänomen als „Kindling“ bezeichnet. Wegen der anatomischen Nähe der die Geruchswahrnehmungen weiterleitenden Nervenbahnen zu Strukturen des sogenannten limbischen Systems im Gehirn würden sich viele der bei chemischer Hyperreaktivität beobachteten Symptome mit der Annahme erklären lassen, daß die chemisch-irritative Bahnung im Riechnerv sich auf das limbische System ausdehnen kann. Die in epidemiologischen Studien beobachtete Korrelation zwischen Kakosmie (gesundheitliche Beeinträchtigung durch Riecheindrücke) auf der einen und Gedächtnisstörungen, sowie bestimmten Persönlichkeitsveränderungen (Schüchternheit) und Alkoholunverträglichkeit auf der anderen Seite, wird als Beleg für eine neurotoxisch ausgelöste Beeinträchtigung des olfaktorisch- limbischen System durch Chemikalien aus der Umwelt angesehen. Östrogene fördern im Tierversuch die Bahnung des olfaktorisch- limbischen Systems. Hier wird ein Zusammenhang mit der höheren Prävalenz der chemischen Überempfindlichkeit bei weiblichen Personen gesehen. Gegen das Modell kann vorgebracht werden, daß typische Patienten nicht regelhaft kakosmisch reagieren. Insbesondere gilt dies für einen Großteil der Patienten, die eine Überempfindlichkeit gegenüber Pyrethroiden angeben. Aus dem Tierversuch ist bekannt, daß das Bahnungsverhalten kontextspezifisch modifizierbar ist. Dies erschwert das Design entsprechender Versuche zur experimentellen Verifizierung des Modells und insbesondere für die Entscheidung zwischen diesem und den psychophysiologischen Modellen (s.u.).

Neurogene Entzündung: Dieses Modell geht davon aus, daß eine chemische Reizung peripherer sensorischer Nervenfasern eine „neurogene“ Entzündung an den Nasenschleimhäuten auslöst und im Sinne einer positiven Rückkopplung unterhält. Die Entzündung bildet die Basis für eine gesteigerte

Empfindlichkeit gegenüber vielen unterschiedlichen Chemikalien. Gestützt wird dieses Modell durch Beobachtungen, die entzündliche Veränderungen der Nasenschleimhaut bei Patienten mit chemischer Hyperreaktivität beschreiben. Um die typische Symptomatik des MCS -Syndroms zu erklären, benötigt das Modell allerdings die Hypothese eines Überspringens der neurogenen Entzündung auf andere Organe, beziehungsweise einer systemischen Manifestation. Belege hierfür stehen jedoch aus.

Psychophysiologische Modelle: Verschiedene seit langem bekannte psychophysiologische Reaktionen und Prozesse bieten Deutungsmöglichkeiten für die im Rahmen der chemischen Hyperreaktivität auftretende Phänomene. Die psychologische Forschung der letzten 30 Jahre hat z.B. auf das Phänomen der Streßreaktionsstereotypen aufmerksam gemacht. Bestimmte Individuen reagieren auf Streß immer mit ganz bestimmten umschriebenen funktionellen Reaktionen, z.B. mit Bluthochdruck oder Atemwegskonstriktion. Es ist denkbar, daß eine akzidentelle chemische Exposition als unconditionierter Stimulus für das Erlernen einer bedingten neuropsychologischen Reaktion dient. Wird eine chemische Exposition als psychologischer Stressor angesehen, so folgt möglicherweise eine bestimmte autonome situationsbedingte Reaktion des Betroffenen. Wird der Stressor als advers und nicht beherrschbar eingeschätzt, folgen überwiegend vagale Reaktionen (Totstellen); wird er als advers, aber vermeidbar angesehen folgen sympathikotone „Flucht“-Reaktionen. Diese Reaktionsformen sind im weitesten Sinne adaptativ und befähigen das Individuum sich adäquat mit dem Stressor auseinanderzusetzen. Auch Suggestion kann autonome, situationsbedingte Reaktionen auslösen. Hierfür wurde im Zusammenhang mit Chemikalien der Begriff „Toxikopie“ (= Kopie einer toxischen Reaktion) geprägt. Ebenfalls muß die Möglichkeit eines konditionierten Reflexes im Pawlow'schen Sinne in Erwägung gezogen werden. Allerdings sind die Konzentrationen toxikologisch relevanter Chemikalien in der Umwelt meist nicht hoch genug, um eine auf subjektiver Wahrnehmung beruhende adverse Reaktion hervorzurufen, die einen bedingten Reflex über längere Zeit unterhält oder die den für die chemische Hyperreagibilität so typischen Wechsel (Shift) zu sekundären Auslösern bedingt. Wiederholte stereotype Reaktionen über längere Zeiträume können zu psychosomatischen Krankheitsbildern führen. Aus der psychologischen Streßforschung ist bekannt, daß die kognitive Orientierung des Individuums gegenüber dem Stressor die physiologische Reaktion beeinflusst. Das würde, bezogen auf das Phänomen der multiplen chemischen Überempfindlichkeit bedeuten, daß die Werteinstellung von Betroffenen gegenüber chemischen Umgebungsfaktoren ihre Reaktion wesentlich mitbeeinflusst, d.h. entsprechend Umweltbewußte reagieren empfindlicher auf solche Einflüsse. Eine systematische Untersuchung dieser psychischen Mechanismen bei Probanden mit chemischer Hyperreagibilität steht allerdings noch aus.

Wie bereits angedeutet, fehlen überzeugende Belege für die zur Erklärung der Hyperreagibilität gegen multiple Chemikalien herangezogenen Modelle weitgehend. Gleichwohl ist der Terminus „multiple chemical sensitivity“ (MCS) zur Kennzeichnung der genannten umweltmedizinischen Entität seit Jahren eingeführt. Man sollte sich aber beim derzeitigen Kenntnisstand davor hüten, ihn mit einem bestimmten Pathomechanismus gleichzusetzen. Im September 1995 veranstaltete die amerikanische Umweltbehörde einen Workshop über chemische Überempfindlichkeit, in dem sie die wichtigsten Vertreter der verschiedenen Denkrichtungen zusammenbrachte. Ein wesentlicher Teil des Workshops war der Entwicklung von Forschungskonzepten gewidmet, mit denen versucht werden soll, eine Klärung herbeizuführen.

In Deutschland hat es in den letzten Jahren verschiedene Aktivitäten gegeben, um ein Forschungskonzept zu entwickeln und ein entsprechendes Forschungsprogramm auf den Weg zu bringen. Einen Beitrag dazu leistete auch der im Februar 1996 in Berlin unter Mitwirkung des UBA und des BgVV veranstaltete WHO-Workshop über Multiple Chemical Sensitivities (MCS), auf dem die Teilnehmer vorgeschlagen hatten, „künftig als zutreffendere und umfassendere Bezeichnung den Begriff der ‘Idiopathischen umweltbezogenen Unverträglichkeiten’ (Idiopathic Environmental Intolerances [IEI]) zu verwenden“. Dieser Begriff umfasse, so hieß es, über die bisher mit „MCS“ beschriebene Störung hinaus, eine ganze Reihe ähnlicher gesundheitlicher Störungen. Die entsprechende Empfehlung hat viel Widerspruch geerntet und wird sich vermutlich nicht durchsetzen. Derzeit werden in kooperierenden Arbeitsgruppen am Robert Koch-Institut (RKI), am Umweltbundesamt (UBA) und am Bundesinstitut für gesundheitlichen Verbraucherschutz und Veterinärmedizin (BgVV) unter Beteiligung externer Wissenschaftler Forschungsstrategien beraten und Forschungsprojekte vorbereitet, so wurde z.B. eine multizentrische Studie, die MCS-Verbundstudie, begonnen.

Unabhängig davon, ob es wirklich eine Hyperreaktivität auf multiple Chemikalien gibt oder welche Ursachen dem Krankheitsbild zugrunde liegen, stellen die Patienten mit derartigen Beschwerden eine große fachliche und menschliche Herausforderung für den behandelnden Arzt dar. Sie stehen unter einem großen Leidensdruck, sind sozial isoliert und häufig unzufrieden mit der ihnen zuteil werdenden ärztlichen Hilfe. Auf eigene oder ärztliche Veranlassung wandern sie oft von einem Facharzt zum nächsten und nehmen umfangreiche diagnostische Maßnahmen in Anspruch ; vielfach besteht ihre letzte Hoffnung darin, Hilfe von paramedizinischen Wunderheilern zu erwarten. Statt einer simplen „Psychiatisierung“ oder „Ökologisierung“ bedarf es eines verständnisvollen Auseinandersetzens mit ihren Problemen.

Chronic Fatigue Syndrome (CFS):

Leitsymptom dieses Beschwerdebildes ist ein meist plötzlich (teils auch schleichend) auftretender chronischer Erschöpfungszustand, der mindestens sechs Monate anhält. Bei etwa einem Drittel der CFS-Patienten tritt das Syndrom nach einem akuten Infekt auf. Bereits geringe mentale oder körperliche Belastungen werden kaum mehr bewältigt. Die Beschwerdeintensität kann freilich wechseln. Neben der unnormalen Erschöpfbarkeit, die auch durch Bettruhe nicht gebessert wird, können „Nebensymptome“ auftreten wie Muskel- und Gelenkbeschwerden, Halsschmerzen, Kopfschmerzen, Beeinträchtigungen des Kurzzeitgedächtnisses, Konzentrations- und Denkschwierigkeiten sowie vermehrtes Schlafbedürfnis bei gleichzeitig bestehenden Schlafstörungen (also unspezifische Symptome, die auch bei sehr vielen anderen Erkrankungen vorkommen). Falls Beschwerden des Stütz- und Bewegungsapparates im Vordergrund stehen, wird eher die Diagnose „Fibromyalgie“ (bzw. Fibromyalgie-Syndrom, FMS) gestellt (den Ausschluß diesbezüglich konkurrierender Erkrankungen vorausgesetzt). Manche Ärzte vermuten, daß CFS und FMS unterschiedliche Manifestationen derselben Krankheit sind.

Das chronische Erschöpfungssyndrom tritt bevorzugt zwischen dem 25. und 45. Lebensjahr auf. In 80 % der Fälle sind Frauen betroffen. Zur Häufigkeit des Auftretens von CFS in der deutschen Bevölkerung liegen keine genauen Angaben vor, u.a. auch deshalb, weil Häufigkeitsschätzungen in erhebli-

chem Maße von der zugrundeliegenden Falldefinition abhängen (es existieren unterschiedliche Ein- und Ausschlusskriterien).

Bei der Diagnose „CFS“ handelt es sich in der Regel um eine Ausschlussdiagnose. Bekannte Krankheiten, die mit länger anhaltenden Ermüdungszuständen einhergehen, müssen zunächst abgegrenzt werden. Dies gilt auch für psychische und psychosomatische Erkrankungen. Eine Abgrenzung ist jedoch insofern schwierig, als bei *allen* Erkrankungen auch psychische und soziale Einflüsse wirksam werden. Es bleibt daher unklar, ob die „Restkategorie“ CFS eine klinische Einheit bildet oder ob sich hinter der Arbeitshypothese CFS unterschiedliche Störungen verbergen und welche Überlappungen beispielsweise zu depressiven Störungen und zur Fibromyalgie bestehen oder inwieweit CFS mit der klassischen Neurasthenie gleichgesetzt werden darf. Ebenso bleibt unklar, ob infektiöse Agentien (z. B. Viren) für einen Teil der CFS-Fälle verantwortlich sind. Typische serologische, immunologische oder sonstige labordiagnostische Befunde konnten bisher nicht überzeugend mit CFS in Zusammenhang gebracht werden. Aus differentialdiagnostischen Gründen wird bei Verdacht auf CFS-Syndrom gleichwohl ein beträchtlicher diagnostischer Aufwand getrieben. Ein Zusammenhang mit Umweltschadstoffen erscheint eher unwahrscheinlich.

Fibromyalgie-Syndrom (FMS):

In der Beschwerdeskala dieser Krankheit stehen ausgedehnte muskuloskeletale Schmerzen und Druckschmerzhaftigkeit an sensitiven Punkten („tender points“) an prominenter Stelle. Hinzu kommen oft Schlafstörungen, Morgensteifigkeit, Leistungsabfall, Konzentrationsschwäche, Müdigkeit, depressive Verstimmungen, Kopfschmerzen sowie weitere Symptome. 70 % der FMS-Patienten erfüllen im übrigen die Diagnosekriterien für CFS.

Frauen sind deutlich häufiger betroffen als Männer; der Erkrankungsgipfel liegt im mittleren Lebensalter. Etwa 1-3 % (nach anderen Angaben 2-6 %) der Bevölkerung sind betroffen. Es handelt sich um ein häufiges Anliegen von Patienten in Allgemeinpraxen und rheumatologischen Praxen/Abteilungen.

Pathophysiologisch werden ein erhöhter Sympathikotonus, eine veränderte Schmerzperzeption und -modulation, ein gestörtes Schlafmuster sowie Störungen neuroendokriner Regelkreise und zum Teil auch immunologische Veränderungen diskutiert. Diese Veränderungen werden überwiegend auf psychosomatischer Grundlage interpretiert: psychosozialer Streß, Schlafstörungen, Erschöpfung, geringe körperliche Aktivität und abnehmende Kondition ergeben einen Teufelskreis. Verlässliche labordiagnostische Parameter existieren bisher nicht. Häufige Arztwechsel könnten einer hilflosen Medizin geschuldet oder Ausdruck des für somatoforme Störungen typischen „doctor shopping“ sein. Für eine im weiteren Sinne psychosomatische Genese des Leidens spricht im übrigen eine Reihe weiterer Beobachtungen, auf die hier im einzelnen nicht eingegangen werden kann. Möglicherweise spielen Infektionen in manchen Fällen eine zusätzliche Rolle.

Elektromagnetische Hypersensibilität

Die Diskussion über die gesundheitlichen Wirkungen schwacher elektromagnetischer Felder (siehe auch Kapitel 3.3.2.2) wird kontrovers geführt. Symptome, wie z.B. Kopfschmerz, Schlafstörungen

oder Nervosität aber auch akkustische Sensationen werden von „Elektrosensiblen“ der Exposition gegenüber elektromagnetischen Feldern zugeschrieben. In verschiedenen Studien wurde dem Phänomen nachgegangen, u.a. in einem Projekt der Europäischen Kommission. Ein eindeutiger Zusammenhang zwischen den beklagten Symptomen und elektromagnetischen Feldern konnte nicht gezeigt werden. Die Untersuchungen auf dem Gebiet werden fortgesetzt.

Konsequenzen

Für Patienten, bei denen die Annahme einer psychischen Komponente bei ihrer „Umweltkrankheit“ aufgrund einer gründlichen Differentialdiagnose gerechtfertigt ist, kann diese Erkenntnis hilfreich sein, damit die Patienten nicht in eine falsche, für sie letztendlich unergiebige medizinische Richtung gelenkt werden und keine einseitige Fixierung auf Umwelttoxene, besonders bei Menschen mit erhöhter Angstbereitschaft, erfolgt oder zumindest unterstützt wird. Ein diagnostisches Vorgehen nach der Devise, daß es sich um eine psychische Erkrankung handelt, wenn man sonst nichts findet, ist aber sicher falsch.

Insgesamt wird man diesen Patienten nur gerecht werden können, indem sie im Rahmen einer ganzheitlich orientierten Medizin mit ihren Gesundheitsproblemen ernst genommen werden. Ungeachtet dessen müssen die Umweltbedingungen in den industrialisierten Ländern auch weiter verbessert werden, um die angesichts zahlloser und z.T. widersprüchlicher Berichte verständliche Verunsicherung und Besorgnis weiter Bevölkerungskreise glaubwürdig auszuräumen.

Zusammenfassend läßt sich feststellen, daß wissenschaftlich eindeutig charakterisierte und nach dem aktuellen Stand der Wissenschaft bewertete umweltbedingte Erkrankungen für das Gesundheitsgeschehen in der Bevölkerung eher eine marginale Bedeutung haben. Methodische Probleme und Defizite (s.u.) sprechen allerdings dafür, daß der Beitrag einzelner Umweltfaktoren auf Grund unseres zu geringen Wissens eher unterschätzt als überschätzt wird. Dies gilt besonders für chronische Effekte und für Effekte, bei denen eine lange Latenzzeit zwischen der Verursachung durch einen Umweltfaktor und dem Auftreten der Wirkung besteht. Hier ist die Datenlage oft äußerst spärlich, so daß über die Bedeutung solcher Wirkungen z.T. nur spekuliert werden kann. Hier wäre es wichtig, geeignete Methoden zu entwickeln und entsprechende Studien zu initiieren und zu fördern, um zu einer genaueren Bewertung zu kommen. Ungeachtet dessen ist unsere Gesellschaft aus Gründen der Gesundheitsvorsorge aufgefordert, sehr viel sorgsamer und bewußter mit ihrer Lebensgrundlage Umwelt umzugehen, als dies bisher geschieht und dabei u. U. auf manche mögliche Annehmlichkeit besser zu verzichten.

2.2 Möglichkeiten und Grenzen der Umweltmedizin

2.2.1 Was ist Umweltmedizin?

Seit es eine Heilkunde gibt, sind „umweltbedingte“ Erkrankungen und Störungen des Wohlbefindens bekannt und den Ärzten wohl bewußt gewesen. Die Diskussion über die Belastung der Umwelt mit anthropogenen chemischen und physikalischen Faktoren hat dieser Erkenntnis in den letzten Jahre eine neue Dimension gegeben und zur Ausprägung eines „neuen“ Fachgebiets der Medizin, der „Umweltmedizin“ geführt.

Eine weitverbreitete Standortbestimmung dieses interdisziplinären Querschnittsfaches lautet:

Umweltmedizin befaßt sich in Theorie und Praxis mit den gesundheits- und krankheitsbestimmenden Aspekten der Mensch-Umwelt-Beziehungen. Als zentraler Fachgegenstand gelten anthropogene Umweltveränderungen (-belastungen) und deren Auswirkungen auf die menschliche Gesundheit. Im Mittelpunkt stehen die Erforschung, Erkennung und Prävention umweltbedingter Gesundheitsrisiken und Gesundheitsstörungen sowie die Beratung und Betreuung von Personen mit gesundheitlichen Beschwerden oder auffälligen Untersuchungsbefunden, die von den Betroffenen selbst oder ärztlicherseits mit entsprechenden Umweltfaktoren in Verbindung gebracht werden.

Historisch hat die Umweltmedizin ihre Wurzeln in mehreren medizinischen Disziplinen, die sich bereits in der Vergangenheit schwerpunktmäßig mit dem Einfluß physikalisch-chemischer aber auch sozialer und psychischer Umweltfaktoren beschäftigten. Zu nennen sind hier besonders die Hygiene, die Arbeitsmedizin, die Toxikologie und Epidemiologie, aber auch klinisch-medizinischen Disziplinen, wie beispielsweise die Allergologie. In Deutschland entstanden die ersten Umweltambulanzen an Universitäts- und Forschungsinstituten der Hygiene und der Arbeitsmedizin, so z.B. 1987 am Institut für Hygiene und Umweltmedizin der RWTH Aachen und 1989 am Medizinischen Institut für Umwelthygiene in Düsseldorf.

Umweltmedizin (Abbildung 2) muß sich als interdisziplinäres Fach verstehen und ist zugleich ein Teil nahezu aller medizinischer Fachgebiete geblieben. Die Themen, die in Kapitel 2 und 3 angeschnitten werden, können sämtlich dem Gegenstandsbereich der Umweltmedizin zugerechnet werden. Umweltmedizin ist um die Integration bestehender Arbeitsrichtungen, wie der Umwelthygiene, -epidemiologie, und -toxikologie bemüht, sie tritt darüber hinaus im Bereich der Arbeitsmedizin in Erscheinung, verfügt über Segmente in der klinischen und psychosozialen Medizin und ist in vielfältiger Weise mit natur-, sozial- und umweltwissenschaftlichen Disziplinen verwoben. Insoweit sind z. B. die Umwelthygiene, die Umweltepidemiologie und die Umwelttoxikologie nicht nur als Teilgebiete der Hygiene, der Epidemiologie und der Toxikologie, sondern auch als Teilgebiete der als Dachdisziplin konstituierten Umweltmedizin aufzufassen.

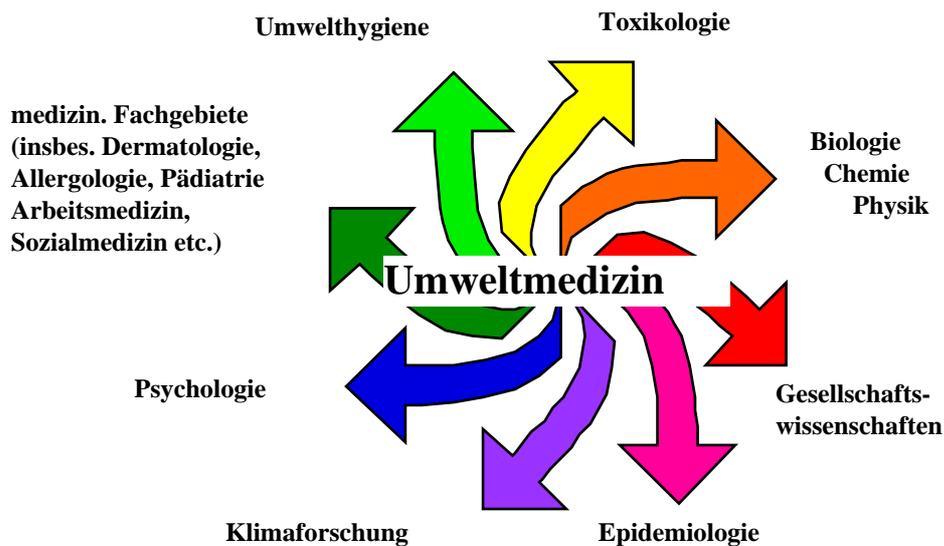


Abb. 2: Interdisziplinäre Zusammenarbeit in der Umweltmedizin

Umweltmedizin hat gegenüber anderen medizinischen Fachgebieten mit einigen besonderen Problemen zu kämpfen, z.B.:

- Niedrige Dosen von Schadstoffen in der Umwelt wirken über lange Zeiträume, möglicherweise lebenslang. Die Beurteilung der inneren Exposition, d.h. der Menge des Schadstoffes, die in den menschlichen Körper gelangt ist und eventuell ganz oder teilweise wieder ausgeschieden wurde, dabei aber Wirkungen hinterlassen hat, kann dadurch sehr schwierig sein.
- Persistierende Schadstoffe können im Organismus kumulieren, so daß dadurch toxische Dosen am Wirkort erreicht werden.
- Viele Schadstoffe wirken gleichzeitig.
- Ein und derselbe Schadstoff kann über mehrere Pfade, z.B. oral über die Nahrung und gleichzeitig über das Trinkwasser oder inhalativ über die Atemluft in den Körper gelangen.
- Zwischen Schadstoffexposition und beobachteter Symptomatik kann eine komplexe Wirkungskette liegen, die von Besonderheiten der Schadstoffaufnahme, der Verbreitung im Organismus, aber auch von einer langen Kette durch den Schadstoff ausgelöster Folgereaktionen gekennzeichnet sein kann. Möglicherweise liegt eine lange Zeit (Latenzzeit) zwischen der Schadstoffaufnahme und der Beobachtung einer Wirkung (beim durch Asbest verursachten Pleuramesotheliom z. B. mehr als 20 Jahre).
- Es gibt bisher kaum eine durch bestimmte Symptome oder Befunde abtrennbare spezifische „Umweltkrankheit“. Der menschliche Organismus reagiert offensichtlich auf die verschiedensten endogenen und exogenen Belastungen nur mit wenigen Antworten (z.B. mit Erscheinungen der Entzündung, der malignen Entartung, der verstärkten Bindegewebsbildung). Wirkungen von Umweltnoxen sind somit mit wenigen Ausnahmen unspezifisch. Eine Lungenfibrose durch chronische Bela-

stung mit Schadstoffen in der Atemluft kann z.B. histologisch kaum von einer Lungenfibrose anderer Ursache differenziert werden.

- Meist handelt es sich bei den im Umweltkontext von den Betroffenen beklagten Beschwerden um Befindlichkeitsstörungen, die auch eine Vielzahl nicht umweltbezogener Ursachen haben können. (z.B. Differentialdiagnose für Müdigkeit und Abgeschlagenheit in Kap. 2.1). Die Relevanz solcher Störungen (Krankheitswert) und die Bedeutung für die zukünftige gesundheitliche Entwicklung der Betroffenen sind noch weitgehend unklar.
- Die Ursachen der meisten chronischen Volkskrankheiten sind unbekannt. Spielen Umweltfaktoren dabei eine Rolle? Und wenn ja, welche ?
- Unter Umständen liegen einer Schadstoffwirkung keine monoton steigende Dosis-Wirkungsbeziehungen zugrunde, und es besteht im betroffenen Einzelfall eine besondere individuelle Empfindlichkeit bis hin zur Idiosynkrasien. Ähnliche Phänomene sind uns aus anderen medizinischen Fachgebieten, wie z.B. der Allergologie bekannt.
- Häufig wird der banale Sachverhalt nicht berücksichtigt, daß eine erhöhte äußere oder innerkörperliche Schadstoffbelastung noch keine Krankheit ist.
- Eine große Zahl von Betroffenen unter Umständen auch besonders sensible Bevölkerungsgruppen wie Kinder, Schwangere, Alte, Kranke, Hyperreagible werden durch Schadstoffe belastet.

Es ist üblich geworden, eine bevölkerungsbezogene, präventivmedizinisch orientierte Umweltmedizin von einem individualmedizinischen Segment, der klinischen Umweltmedizin, zu unterscheiden. Als wesentliche Komponenten erscheinen demnach – in bewußter Vereinfachung – die Präventive Umweltmedizin und die sog. Klinische Umweltmedizin. Zwischen beiden bestehen vielfältige Beziehungen und fließende Übergänge.

Arbeitsschwerpunkte der Umweltmedizin betreffen

- die Expositionsermittlung,
- die Wirkungsermittlung und Diagnostik,
- die Betreuung, Beratung und Begutachtung,
- die Abschätzung umweltbedingter Gesundheitsrisiken,
- die vergleichende Risikoanalyse und -bewertung sowie die Risikokommunikation,
- regulatorische und administrative Aufgaben,
- die Erarbeitung wissenschaftlicher Grundlagen für eine gesundheitsförderliche Gestaltung unserer Umwelt.

Die Bearbeitung dieser Aufgabenfelder erfordert nicht nur medizinischen, sondern auch vielfältigen natur- und sozialwissenschaftlichen Sachverstand. Umweltmedizin ist deshalb in besonderem Maße zu fachübergreifender interdisziplinärer Kooperation aufgerufen. Umweltmedizin befaßt sich mit Populationen, Gruppen und Einzelpersonen. Im zuletzt genannten Fall betrifft dies hauptsächlich Personen, die einer vermuteten oder nachgewiesenen umweltbedingten Exposition ausgesetzt waren/sind (oder mit einer sich zukünftig andeutenden Belastung/Belästigung konfrontiert sind) und bei

denen sich daraus möglicherweise ein Gesundheitsrisiko ergibt sowie Personen mit gesundheitlichen Beschwerden oder auffälligen Untersuchungsbefunden, die von den Betroffenen selbst oder ärztlicherseits mit Umweltfaktoren in Verbindung gebracht werden.

Besonderes Augenmerk gilt suszeptiblen Personen und Risikogruppen. Praktische oder angewandte Umweltmedizin wird sowohl unter Gesichtspunkten des öffentlichen Gesundheitswesens („public health“) betrieben (etwa in Umwelt- und Gesundheitsbehörden oder in nicht-staatlichen Einrichtungen und Organisationen) als auch auf individualmedizinischer Ebene in Praxen, Beratungsstellen/Ambulanzen, Kliniken und Laboratorien. Angewandte Umweltmedizin wird sowohl unter "environmental/public health"-Gesichtspunkten betrieben (etwa in Umwelt- und Gesundheitsbehörden oder in nicht-staatlichen Einrichtungen und Organisationen) als auch auf individualmedizinischer Ebene in Praxen, Beratungsstellen, Ambulanzen und Kliniken. Die folgenden Ausführungen betreffen vor allem das Gebiet der klinischen Umweltmedizin.

Was kann klinische Umweltmedizin im engeren Sinne nach dem heutigen Stand der Wissenschaft leisten? Sie kann:

- das Risiko, aufgrund einer bestimmten Schadstoffexposition einen gesundheitlichen Schaden zu erleiden, auf der Basis einer toxikologischen Bewertung oder auf Grund von Erkenntnissen der Epidemiologie abschätzen,
- eine geschilderte Symptomatik hinsichtlich ihrer möglichen Bezüge zur Exposition gegenüber einem angeschuldigten Schadstoff beurteilen,
- die externe oder interne Belastung ermitteln und bewerten,
- Hinweise zur Vermeidung oder Verminderung des Risikos geben. Darüber hinaus gehende rational begründete Therapien sind im Widerspruch zur Behauptung mancher „alternativer“ Umweltmediziner bisher nicht bekannt;
- das Risiko für besondere Gruppen (z.B. Schwangere, Kinder, ältere Menschen, chronisch Kranke) beschreiben.

Die klinische Umweltmedizin kann im Einzelfall aber keine Sicherheit geben, daß die geklagten Beschwerden nicht mit der Umweltbelastung zusammenhängen. Andererseits gilt es aber auch sich mit Beschwerden, die die Betroffenen auf Umweltfaktoren beziehen, ernsthaft auseinander zu setzen. Auch und besonders in der Umweltmedizin gilt, wie in der Medizin überhaupt, daß die wesentlichen Ursachen von Fehldiagnosen Ignoranz, ungenügende Untersuchung und vorgefaßte Meinung (insbesondere ein notorischer Optimismus) sind.

Umfassendere Ausführungen zur Umweltmedizin, zu deren Strukturen einschließlich der individualmedizinischen Betreuung finden sich unter Kapitel 4.5.

2.2.2 Diagnostische Möglichkeiten und methodische Grenzen

Kausalitätsvermutungen stützen sich in der Umweltmedizin auf eine toxikologische oder epidemiologische Datengrundlage (s.u.), die für eine individuelle Beurteilung von Expositions-Wirkungs-Zusammenhängen jedoch nur sehr bedingt herangezogen werden kann. Dies liegt u. a. in den relativ kleinen und multiplen Risiken begründet. Die bei der umweltmedizinischen Kausalitätseinschätzung auftretenden Probleme übertreffen jedenfalls die von der arbeitsmedizinischen Begutachtung her bekannten Schwierigkeiten noch bei weitem. Diese Aussage gilt zumindest für die Erfahrungen, die in Deutschland aus umweltmedizinischen Einrichtungen, an Universitäten und Gesundheitsämtern mit den dort vorstellig werdenden Patienten vorliegen. Akute Giftwirkungen und Vergiftungen im Zusammenhang mit Störfällen sind dabei ebenso ausgenommen wie die herkömmlichen allergologischen und berufsbedingten Erkrankungen.

Eigenständige, ätiologisch abgesicherte umweltmedizinische Diagnosen sind daher eine Ausnahmeerscheinung. Auch wird man schwerlich eigenständige diagnostische Verfahren für die Umweltmedizin reklamieren können, von Reexpositionen- und Provokationsversuchen einmal abgesehen (die jedoch schon aus der Allergologie bekannt sind). Im weiteren Sinne könnten zu den diagnostischen Verfahren die Methoden der Expositionsabschätzung gerechnet werden, da sie in Verbindung mit Gesundheitsstörungen ausgewertet und interpretiert werden können und damit einem diagnostischen Anliegen dienen.

Die umweltmedizinische Diagnostik kann für eine „allgemein-medizinische“ Diagnostik Expositionsabschätzungen zur Verfügung stellen auf der Basis

- einer umweltzentrierten Anamnese,
- einer Ortsbegehung und Umgebungsuntersuchung,
- eines umweltmedizinischen Biomonitorings.

Das wesentliche Element der umweltmedizinischen Diagnostik besteht somit in der Abklärung einer fraglichen Belastung (und gelegentlich auch einer daraus eventuell resultierenden Beanspruchungsreaktion). So gesehen könnten Umweltmediziner in ausgewählten Fällen einen konsiliarischen Beitrag zur allgemeinen Medizin leisten. Ein wichtiges Instrumentarium zur Unterstützung der umweltmedizinischen Diagnostik und der Bewertung von Untersuchungsergebnissen stellen computergestützte Informationssysteme (Umweltmedizinische Datenbanken, Literatur- und Faktendatenbanken, s. Kap. 2.5) dar.

Problematisch sind die z.T. auch von Nichtmedizinern angebotenen (unkonventionellen) diagnostischen und therapeutischen Verfahren, die wissenschaftlich nicht begründet sind und unter Umständen sogar eine zusätzliche Belastung für die betroffene Person darstellen. Als Beispiel aus der Vielzahl nicht ausreichend validierter Test- oder Nachweisverfahren kann die Bestimmung der Höhe der Ameisensäureausscheidung im Urin, die als Nachweis einer vorausgegangenen Formaldehydbelastung dienen soll, genannt werden. Aber auch klinisch-diagnostische Verfahren, wie z.B. die „Einzelphoto-

nen-Emissions-Computertomographie (SPECT)“, die für bestimmte neurologische Indikationen berechtigt und zuverlässig zur Anwendung kommen, werden häufig ohne kritische Überprüfung auf umweltmedizinische Problemfelder, wie z.B. der Frage nach neurotoxischen Schäden durch Lösemittelexposition, übertragen.

Die mangelnde Qualitätssicherung im Bereich der Umweltmedizin ist inzwischen zu einem beträchtlichen Problem geworden.

2.3 Methodischer Hintergrund

Der häufig benutzte Begriff der „Umweltkrankheit“ hat oft ein monokausales Zusammenhängendenken zur Voraussetzung, das der Ursache Umwelttoxine die Wirkung Krankheit zuordnet. So wie Grippe durch Grippeviren hervorgerufen wird, stellt man sich vor, daß Umweltschadstoffe Allergien und Kernkraftwerke Leukämien verursachen. Wer dies in Frage stellt, läuft Gefahr, verdächtigt zu werden, aus unlauteren Gründen die Fakten wahrheitswidrig zu manipulieren. Wer sagt, er wisse es nicht genau, traut sich wahrscheinlich nicht, die Wahrheit zu sagen. Diese zugegebenermaßen sehr überspitzt dargestellte Situation liegt zum großen Teil in unzureichenden Vorstellungen über die Entstehung von Krankheit und über den wissenschaftlichen Erkenntnisprozeß bei der Erforschung solcher Krankheiten begründet. Sowohl die Klärung von gesundheitlichen Problemen, die durch Belastungen aus der Umwelt ausgelöst sein könnten, als auch die Prävention in bezug auf schädigende Einflüsse basiert auf methodischen Ansätzen, die nicht nur im Problembereich Umwelt und Gesundheit Anwendung finden. Zum besseren Verständnis des eingesetzten Methodenrepertoires und zur Versachlichung der Diskussion werden nachfolgend die maßgeblichen Ansätze zusammenfassend beschrieben.

2.3.1 Epidemiologie

Nach Definition der Weltgesundheitsorganisation befaßt sich die **Epidemiologie** mit der wissenschaftlichen Untersuchung der Verteilung von Krankheiten, physiologischen Variablen und sozialen Krankheitsfolgen in menschlichen Bevölkerungsgruppen sowie mit den Faktoren, die diese Verteilung beeinflussen. Die zunehmende Bedeutung dieser wissenschaftlichen Methode liegt unter anderem darin begründet, daß bei den meisten nichtübertragbaren Krankheiten, anders als bei den Infektionskrankheiten, eine eindeutige Erklärung der Krankheitsentstehung durch experimentelle Identifizierung eines dominanten Kausalfaktors nicht möglich ist. Diesem Sachverhalt wird mit dem Risikofaktorenkonzept der Epidemiologie Rechnung getragen. Dabei tritt an die Stelle der deterministischen Argumentation das Wahrscheinlichkeitstheoretische Denken: Ein Faktor führt nicht geradlinig in einer kausalen Kette zu einer Erkrankung (deterministisches Modell), sondern erhöht lediglich die Wahrscheinlichkeit (das Risiko) für das Auftreten einer Krankheit (probabilistisches Modell).

Epidemiologische Studien zu den nicht übertragbaren Krankheiten haben den Nachweis von Einflüssen zum Ziel, die mit einer erhöhten Wahrscheinlichkeit zum Auftreten einer bestimmten Erkrankung oder einer definierten Verschlechterung des Gesundheitszustands führen. Diese Einflüsse werden

Risikofaktoren genannt. Einflüsse aus der äußeren Umwelt des Menschen (umgangssprachlich oft als Umweltrisiken bezeichnet) ordnen sich in dieses Risikofaktorenkonzept ebenso ein wie verhaltensbedingte Einflüsse (z.B. Rauchen, Bewegungsmangel, ungesunde Ernährung). Zum epidemiologischen Nachweis eines Zusammenhangs zwischen Risikofaktoren und Krankheitsmanifestation können zwei unterschiedliche Studientypen verwendet werden:

Bei sogenannten **Kohortenstudien** werden zwei oder mehrere Gruppen von Personen (Kohorten) miteinander verglichen, von denen nur die eine - unter ansonsten möglichst identischen Bedingungen - den in Betracht kommenden Risikofaktoren ausgesetzt ist. Dabei wird vorausgesetzt, daß zu Beginn der Beobachtung alle Gruppen frei von der zu beobachtenden Krankheit sind, und daß die Gruppen möglichst hinsichtlich aller anderen, die Krankheitswahrscheinlichkeit beeinflussenden Faktoren, wie zum Beispiel das Alter und die Lebensgewohnheiten gleich sind. Es wird dann im Verlaufe einer bestimmten Zeitspanne beobachtet, ob eine Krankheit in der exponierten Gruppe häufiger auftritt als in der nicht exponierten Gruppe. Das relative Risiko (RR), das die Erkrankungshäufigkeit beider Populationen ins Verhältnis setzt, gibt an, um das Wievielfache höher (oder auch niedriger) die Wahrscheinlichkeit für die Erkrankung in der exponierten Gruppe ist.

Die Möglichkeit, das Neuauftreten einer Krankheit in Kenntnis der übrigen Bedingungen zu beobachten, ist jedoch oft nicht gegeben, weil die Latenzzeiten (Zeiten von der Einwirkung des Risikofaktors bis zum Auftreten der Krankheit) unterschiedlich lang (manchmal Jahrzehnte lang) sein können und weil manche Manifestationen sehr selten sind. In solchen Situationen wird eine andere Studienart gewählt - die **Fall-Kontroll-Studie**. Bei dieser Studienart werden Personen, die an der zu untersuchenden Krankheit leiden, mit in Bezug zu allen anderen Einflußfaktoren (Alter, Geschlecht etc.) passend ausgesuchten nicht erkrankten Personen hinsichtlich der Häufigkeit der verdächtigten Exposition verglichen. Mit Hilfe dieses Vergleiches können dann wiederum relative Risiken abgeschätzt werden. Damit ist eine Fall-Kontroll-Studie eine einfache und kostengünstige Variante analytischer epidemiologischer Studien, allerdings ergeben sich bei diesem vereinfachten Studiendesign Schwierigkeiten hinsichtlich der retrospektiven Erfassung einer Exposition und oftmals Unklarheiten über die zeitliche Abfolge von Krankheit und Exposition.

Die Tatsache, daß bestimmte Zusammenhänge zwischen der Häufung von Erkrankungen und der Exposition epidemiologisch festgestellt werden, hat keinerlei Beweiskraft. Die Frage „Wie kann man sicher sein, daß ein beobachteter Zusammenhang kausal ist?“ wird unter Epidemiologen seit langem diskutiert. Es wurde ein Kriterienkatalog (Hill'sche Kriterien)³ für Kausalität erstellt, an dem sich epidemiologisch ermittelte Zusammenhänge messen lassen sollten. Diese Kriterien fordern unter anderem:

³ Nach erkenntnistheoretischen Überlegungen ist nur das erste der nachfolgend aufgeführten Hill'schen Kriterien zwingend erforderlich. So gibt es z.B. keinen plausiblen Grund anzunehmen, daß eine Dosis-Wirkungsbeziehung immer monoton steigen muß (2. Kriterium). Es gibt genügend Beispiele aus der experimentellen Medizin, die das Gegenteil zeigen. Im übrigen ist die hier verwandte Begrifflichkeit von Kausalität in der modernen nicht-positivistischen Erkenntnistheorie umstritten.

- die *Exposition* muß nachweislich *vor der Erkrankung* aufgetreten sein.
- das relative Risiko sollte hinreichend groß sein und mit Erhöhung der Exposition zunehmen (*Dosis-Wirkungs-Beziehung*)
- das Ergebnis sollte *biologisch plausibel* sein, d.h. es sollte mit Ergebnissen der experimentellen (toxikologischen) Forschung in Einklang stehen.
- in *mehreren unabhängigen Studien* sollten in dieselbe Richtung weisende Befunde erhoben werden.

Doch auch die Erfüllung dieser Kriterien macht den in einer epidemiologischen Studie gefunden Zusammenhang nur mehr oder weniger wahrscheinlich. Ein streng kausaler Ursachen-Wirkungszusammenhang im Einzelfall läßt sich aus epidemiologischen Studien grundsätzlich nicht ableiten.

Die methodische Vorgehensweise bei der Bestimmung und quantitativen Bewertung von Risikofaktoren erscheint auf den ersten Blick unabhängig von Art und Herkunft des Risikofaktors, dennoch hat die **Umweltepidemiologie** mit weiteren besonderen Schwierigkeiten zu tun:

Die durch die Umwelt bedingten Expositionen, z.B. durch Luftverunreinigungen, Trinkwasser- oder Strahlenbelastungen, liegen meist in einem Bereich, in dem auch die damit verbundenen (relativen) Risiken vergleichsweise gering sind. Eine zwanzigprozentige Erhöhung des relativen Lungenkrebsrisikos - d.h. von 1 auf 1,2 - erscheint unbedeutend gegenüber dem mit dem Zigarettenrauchen verbundenen relativen Risiko, das zwischen 7 und 16 liegt. Dennoch kann auch diese kleine Risikoerhöhung von Relevanz sein, wenn ein großer Prozentsatz der Bevölkerung entsprechend exponiert ist. Dies ist bei weitverbreiteten Umweltbelastungen der Fall.

Zum epidemiologischen Nachweis solcher kleinen Risikoerhöhungen bedarf es aber sehr großer, methodisch aufwendiger Studien, die nicht praktikabel sind und die, wenn sie überhaupt methodisch-technisch durchführbar sind, außerdem immense Kosten verursachen. Dies gilt insbesondere für Krankheiten, die erst nach langen Latenzzeiten manifest werden, wie z.B. Krebskrankheiten. Weicht man auf Fall-Kontroll-Studien aus, so ist die exakte retrospektive Erfassung der Exposition ein nahezu unlösbares Problem. Bei derart kleinen Risiken ist selbst ein geringfügiger systematischer Fehler in der Erfassung der unter Verdacht stehenden Expositionen bzw. das Nichtberücksichtigen von im Hintergrund wirkenden Störvariablen (Confoundern) von einschneidender Bedeutung.

Aus diesem Grunde macht die Umweltepidemiologie häufig Anleihen bei arbeitsmedizinischen Studien. Da die beruflichen Expositionen gewöhnlich um ein Vielfaches höher liegen als die allgemeinen Umweltbelastungen, sind die hierbei gefundenen Risiken höher und damit leichter nachweisbar. Anstelle aufwendiger und wenig erfolgsträchtiger Bevölkerungsstudien verwendet man häufig den Kunstgriff der Extrapolation einer im Hochdosisbereich empirisch gewonnenen Dosis-Wirkungs-Beziehung in den Niedrigdosisbereich. Auf diese Weise hat man z.B. die bei Bergarbeitern auf Grund ihrer beruflichen Exposition mit Radon gefundenen erhöhten Lungenkrebsrisiken durch Annahme einer linearen Beziehung zwischen Expositionsdosis und Erkrankungsrisiko in extrapolierte Risiken für die Bevölkerung in radonbelasteten Gegenden umgerechnet. Dieses Verfahren setzt voraus, daß

kein Schwellenwert für die Exposition existiert, oberhalb dessen überhaupt erst eine gesundheitliche Wirkung auftreten kann. Außerdem ist die vereinfachende Annahme einer linearen Dosis-Wirkungsbeziehung willkürlich. Soweit die Ergebnisse bisher vorliegen ergeben sich aus den zur Zeit in Deutschland laufenden „Radonstudien“ zur Bestimmung des Risikos in der Bevölkerung niedrigere Risiken für Lungenkrebs als durch lineare Extrapolation geschätzt. Sollte sich dies bewahrheiten, ergäbe sich ein schwerwiegendes Argument gegen die bisher bei Extrapolation hoher Risiken auf den Niedrigdosisbereich verwandten Standardverfahren.

Ein weiterer erschwerender Umstand bei der Bewertung von Umweltrisiken besteht darin, daß die zu messenden Wirkungen von Umwelttoxinen oftmals nicht klar auf der Hand liegen. Nur selten gibt es, wie bei der Radonbelastung, eine Zuordnung zu einem eindeutigen Krankheitsbild. Oftmals sind es unspezifische Gesundheitsbeeinträchtigungen, die noch dazu in ihrer quantitativen und qualitativen Ausprägung zwischen verschiedenen Personen eine hohe Variabilität aufweisen.

2.3.2 Toxikologie

Die Toxikologie untersucht experimentell schädigende Wirkungen von Substanzen in verschiedenen (traditionell meist hohen) Dosisbereichen, um aus dem so gewonnenen „toxikologischen Profil der Substanz“ Schlußfolgerungen über ihre Gefährlichkeit zu ziehen.

Die systematische Untersuchung der Toxizität von Stoffen erfolgt traditionell im Tierversuch, vorwiegend an Nagern (Ratten und Mäusen). Dieses Vorgehen, das internationaler Konvention entspricht (Technical Guidance Document), hat Vorteile und Nachteile. Vorteilhaft ist daß Physiologie und Pathologie dieser Tierarten, auch in verschiedenen Alterszuständen, gut untersucht sind, was bedeutet, daß die durch Fremdstoffe erzeugten Veränderungen bei diesen Tierarten bewertet werden können. Nachteilig ist, daß sich Tiere wie z.B. Ratte und Maus in manchen Aspekten der Physiologie und Pathologie vom Menschen unterscheiden. Insofern sind die Untersuchungen an diesen Tierarten im Hinblick auf Sensitivität, und Spezifität nicht optimal. Praktikabilitäts- und Kostengründe haben jedoch dazu geführt, daß im allgemeinen toxikologische Untersuchungen an Ratten, Mäusen, Meer-schweinchen und Kaninchen und nicht an dem Menschen näher verwandten Tierarten durchgeführt werden. Wenn die Wahrscheinlichkeit untersucht werden soll, mit der bei einer bestimmten Dosis keine Wirkungen auftreten, kommt es darauf an, gerade besonders selten auftretende Ereignisse als mögliche Wirkungen zu erfahren. Je seltener ein Ereignis auftritt, um so größer muß die Zahl der Beobachtungen sein, um es wahrzunehmen. Ein mit der Wahrscheinlichkeit von 1:1000 auftretendes Ereignis kann mit 95%iger Wahrscheinlichkeit erst bei 3000 Individuen einmal beobachtet werden. Daraus wird klar, daß der toxikologischen Erkenntnis auch biometrische Grenzen gesetzt sind.

Die Untersuchungen an Versuchstieren zielen darauf, schädigende Wirkungen nach unterschiedlich langer Zufuhr des Fremdstoffes (akut, subchronisch und chronisch) und nach Gabe unterschiedlich hoher Dosen festzustellen. Mit diesen toxikologischen Tests werden mögliche Schädigungen vor allem anhand laborchemischer Parameter, die die Funktion lebenswichtiger Organe beurteilen lassen, sowie durch die Bestimmung von Größe und Gewicht des Tieres einschließlich seiner Organe und mittels feingeweblicher Untersuchungen von Körpergeweben erfaßt. Untersuchungen zu mutagenen

(erbgutverändernden) Eigenschaften werden sowohl in vitro als auch in vivo durchgeführt. Diese Untersuchungen tragen auch zur Bewertung solcher Studien bei, die dazu angelegt sind, mögliche krebserregende Wirkungen von Schadstoffen zu erfassen. Studien zu reproduktionstoxischen Eigenschaften erfassen Änderungen der Fruchtbarkeit beider Geschlechter sowie schädigende Effekte bei der vorgeburtlichen Entwicklung, Geburt und nachgeburtlichen Entwicklung. Beobachtungen von Verhaltensänderungen und die Untersuchung verschiedener funktioneller physiologischer Parameter (z.B. Blutdruck, Temperatur, Nervenleitungsgeschwindigkeiten) werden gegebenenfalls auch zur toxikologischen Beurteilung herangezogen.

Aus den oben genannten Untersuchungen wird unter Anwendung von Verfahren, die ebenfalls auf Konvention beruhen, die Dosis abgeleitet, nach derer Gabe gerade keine schädigenden Veränderungen mehr beobachtet werden können. Diese Dosis definiert den sogen. NOAEL (engl. **No Observed Adverse Effect Level**). Ist die Ableitung eines NOAEL nicht möglich, da in allen Dosisgruppen eine Wirkung nachweisbar war, wird statt dessen die niedrigste Dosis, die in dieser Studie angewandt wurde, als LOAEL (**Lowest Observed Adverse Effect Level**) in die weitere Betrachtung einbezogen. Bei Vorliegen ausreichend vieler empirisch bestimmter Dosis-Effekt-Paare und eines biologisch plausiblen Modells kann auch versucht werden, die Dosis-Wirkungs-Beziehung mathematisch zu modellieren und daraus Extrapolationen vorzunehmen.

Dem aus Tierexperimenten abgeleiteten Grenzwert (NOAEL oder LOAEL) wird ein geschätzter Expositionswert gegenübergestellt, der sich aus Messungen des Schadstoffes am Arbeitsplatz, in der Umwelt oder in der Wohnung ergibt oder der, wenn keine Meßwerte zur Verfügung stehen, unter Modellannahmen errechnet wurde. Die Überlegung, ob der Sicherheitsabstand zwischen NOAEL bzw. LOAEL und dem Expositionswert im Sinne des vorbeugenden Gesundheitsschutzes ausreichend ist, muß neben der Schwierigkeit der Übertragbarkeit der Ergebnisse aus dem Tierversuch auf den Menschen auch Art und Schweregrad der möglichen Schädigung einbeziehen. Insofern würde ein einfacher Vergleich von NOAEL bzw. LOAEL und Expositionshöhe die Dimension der Qualität der Wirkung außer Acht lassen und das Risiko für die menschliche Gesundheit nicht hinreichend abschätzen.

Während toxikologische Untersuchungen zu chemischen Stoffen, die in neuerer Zeit in Verkehr gebracht wurden (sogenannte Neustoffe), nach heutigen Standards durchgeführt wurden, trifft dies für die überwiegende Mehrzahl der Stoffe, die sogenannten Altstoffe nicht zu.

Ein grundsätzliches methodisches Problem der toxikologischen Untersuchungen besteht darin, daß durch die in den Versuchsprotokollen auf der Basis internationaler Konventionen festgelegten Untersuchungen nur Schädigungen festgestellt werden können, die mit der zu Grunde liegenden Methodik überhaupt erfaßbar sind. Denkbare andere Schädigungen, insbesondere z.B. routinemäßig nicht untersuchte Effekte am Nervensystem und sich daraus möglicherweise ergebende Schädigungen übergeordneter intellektueller Fähigkeiten werden nur unzureichend oder überhaupt nicht erkannt.

Für einige Altstoffe stehen neben den Befunden aus den Tierversuchen gelegentlich auch Ergebnisse unterschiedlicher Qualität aus Untersuchungen und Beobachtungen am Menschen für die Bewertung der Gefährlichkeit eines Stoffes oder einer Umwelttoxine zur Verfügung. Eine systematische experi-

mentelle Belastung von Menschen mit möglicherweise irreversibel schädigenden Stoffen verbietet sich aus ethischen Gründen. Denkbare Ausnahme wären Untersuchungen zur Auslösung reversibler akuter, z.B. allergischer Erscheinungen.

Allerdings stehen aus epidemiologischen Untersuchungen an Arbeitsplätzen oder aus Einzelfallberichten Befunde über Schädigungen (z.B. Krankheitssymptome, Beschwerden etc.) zur Verfügung. Die verursachende Exposition mit dem angeschuldigten Stoff bzw. der Umweltnoxe ist jedoch häufig nicht mit ausreichender Genauigkeit nach Höhe und Dauer zu ermitteln. Schwierig zu bewerten sind insbesondere Sachverhalte, bei denen ein eindeutiger zeitlicher Zusammenhang zwischen der Gesundheitsbeeinträchtigung und der Exposition gegenüber einer Noxe fehlt und bei denen die Art der Gesundheitsstörung bislang weder aus Tierversuchen noch aus Ereignissen mit unbeabsichtigter Exposition, z.B. im Arbeitsplatzbereich, bekannt geworden ist. Liegen jedoch verwertbare Daten über die ungünstigen Auswirkungen eines Stoffes beim Menschen vor, so haben diese Befunde für die Beurteilung des entsprechenden Stoffes einen deutlich höheren Stellenwert als die Befunde aus Tierversuchen und werden diesem Stellenwert entsprechend in der Risikobetrachtung eingesetzt.

Neben der systematischen Erfassung des toxikologischen Profils von Neustoffen hat die Toxikologie die Aufgabe, die Wirkmechanismen schädigend wirkender Stoffe sowie die Kinetik dieser Stoffe im Organismus und die am Abbau beteiligten Enzyme zu untersuchen. Diese „Grundlagenforschung“ trägt dazu bei, besser zu verstehen, ob Befunde, die im Tierversuch erhalten werden, auf den Menschen übertragbar sind und ob Beschwerden, die von einzelnen Personen angegeben werden, mit der Exposition gegenüber einem bestimmten Stoff in Zusammenhang stehen. Letztlich können die Ergebnisse dieser Forschung auch genutzt werden, um angemessene Vorsorgemaßnahmen zu treffen.

Trotz der langjährigen Entwicklung toxikologischer Prüfstrategien am Tier und der Erfahrungen in der Interpretation dabei erhobener Befunde bleiben nach wie vor gewisse Bewertungsunsicherheiten. Sie betreffen einerseits die Erfassung möglicher Schädigungen des Immunsystems (Immuntoxikologie) und des Nervensystems (Neurotoxizität). Das Interesse an diesen Fragen wurde geweckt durch entsprechende Befunde bei exponierten Personen, die zum Teil nicht klar interpretiert werden können. Andererseits bestehen Schwierigkeiten konzeptioneller Art. Kann und soll man z.B. eine Studie verwerten, in der die Testbedingungen nicht eindeutig beschrieben wurden? Soll man eine Studie, die vielleicht nur eine begrenzte, möglicherweise für die Beobachtung des interessierenden Effektes zu kurze Zeit durchgeführt wurde, zur Bestimmung eines NOAEL nutzen? Wie behandelt man Ergebnisse, die an einer Tierart gewonnen wurden, bei der grundlegende Unterschiede zum Menschen bekannt sind? Dürfen Daten aus hohen Expositionen in den Niedrigdosisbereich extrapoliert werden?

Das vorhandene Instrumentarium und die über lange Jahre erworbene Erfahrung bei der Interpretation von Befunden, zusammen mit wissenschaftlicher Offenheit und methodenkritischem Verständnis, bieten trotz der oben aufgezeigten Grenzen derzeit die einzig mögliche Grundlage für die Abschätzung der gesundheitlichen Risiken von Chemikalien. Dennoch kann und muß die bestehende Methodik verbessert werden. Mittelfristig sollten dringend Methoden entwickelt werden zur Verbesserung der interspeziesextrapolation, zur metaanalytischen Auswertung mehrerer tierexperimenteller Studien und zur besseren Erfassung der Exposition, insbesondere bei Verbraucherprodukten.

Als längerfristige Projekte sind Entwicklungen zu unterstützen, die darauf ausgerichtet sind, neue, für den Menschen aussagekräftige toxikologische Testsysteme unter Anwendung moderner molekularbiologischer Techniken zu finden. Dies gilt vor allem für Testsysteme, die dahingehend optimiert sind, Kanzerogenität, Mutagenität und Reproduktionstoxizität mit deutlich reduziertem Zeitaufwand zu erkennen.

2.3.3 Klinische Fallbeschreibungen

Gut dokumentierte klinische Fallbeschreibungen haben in der Medizin eine lange Tradition und haben wesentlich zur Entwicklung des medizinischen Fachwissens beigetragen. Sie lassen sich durch die moderne Epidemiologie oder Toxikologie nicht vollständig ersetzen. Während die Toxikologie ihr Augenmerk auf eine begrenzte Zahl von Effekten, häufig akut auftretende Wirkungen von Schadstoffen in hohen Konzentrationen richtet und in der Regel von dem Axiom ausgeht: „Mehr Dosis = mehr Wirkung“, werden mit den Verfahren der Epidemiologie Reaktionen einer „durchschnittlichen“ Bevölkerung erfaßt. Der seltene und ungewöhnliche „Fall“ kann dabei häufig durch das Raster der wissenschaftlich etablierten Methoden fallen. Beispielsweise sind 2% der Bevölkerung, die in der Regel bei statistischen Verfahren außerhalb der Betrachtung bleiben, immerhin in Deutschland über 1,5 Millionen Individuen. Warum sollte z.B. die Beobachtung an vielen Beispielen von Rausch- und Arzneimitteln, daß niedrige Dosen qualitativ andere Wirkungen zeigen als hohe und daß Dosis-Wirkungsbeziehungen aufgrund von Gewöhnungs- und Sensibilisierungssphänomenen über die Zeit bei ein und der selben Person variieren, für die Wirkung von Umwelttoxinen völlig ausgeschlossen sein?

Es kommt also darauf an, daß Ärzte in Klinik und Praxis mehr als bisher ihre Aufmerksamkeit auf die mögliche Verursachung oder Auslösung der Beschwerden ihrer Patienten durch Umweltfaktoren richten, daß sie unvoreingenommen die von ihnen beobachteten Fälle im Hinblick auf Zusammenhänge zwischen objektivierbaren gesundheitlichen Störungen und der Exposition gegenüber Umwelttoxinen diagnostisch aufarbeiten, beschreiben und ihre Erfahrung der wissenschaftlichen Öffentlichkeit zur Kenntnis bringen.

2.3.4 Umweltstandards

Aus den epidemiologisch und toxikologisch ermittelten Befunden zu gesundheitlichen Auswirkungen von Umwelteinflüssen lassen sich Bewertungsmaßstäbe ableiten. Sie können z.B. dazu dienen, gesetzliche Anforderungen in Form unbestimmter Rechtsbegriffe zu konkretisieren oder der Administration eine Orientierung zu bieten, ob Maßnahmen zum Schutz der Bevölkerung vor Gefahren aus der Umwelt erforderlich sind. Man bezeichnet solche Bewertungsmaßstäbe ganz allgemein als Umweltstandards. Derzeit gibt es eine Vielzahl dieser Umweltstandards, die auf unterschiedlicher fachlicher Grundlage, insbesondere aber auch auf unterschiedlichen „Schutzphilosophien“ beruhen. Die Inflation solcher Begriffe, wie Alarmwert, Belastungswert, Einschreitwert, Grenzwert, Gefahrverdachtswert, Interventionswert, Orientierungswert, Richtwert, Schadeneintrittswert, Toleranzwert, Unbedenklichkeitswert, Vorsorgewert führt in der Öffentlichkeit häufig zu großer Verwirrung.

Die Stufe mit der größten Verbindlichkeit im Rahmen von Beurteilungssystemen nehmen **Grenzwerte** ein. Sie sind rechtsverbindlich, d.h. sie stehen in der Regel in einer Rechtsverordnung, die sich wiederum auf ein Gesetz stützt, in seltenen Fällen auch in einem Gesetz selbst. Beispiele im Umweltbereich hierfür sind die Rechtsvorschriften über Konzentrationswerte von Luftverunreinigungen (z.B. 22. BImSchV, TA-Luft), die Grenzwerte der Strahlenschutzverordnung, die Grenzwerte der Trinkwasserverordnung, der Rückstandshöchstmengenverordnung, der Schadstoffhöchstmengenverordnung etc.

Unterhalb der Ebene der Grenzwerte existiert eine Vielzahl von **Richtwerten**, die den Charakter eines „vorweggenommenen Gutachtens“ haben. Bei ihrer Anwendung steht der Verwaltung ein gewisser Ermessensspielraum zu. Außerdem muß die Verhältnismäßigkeit der beabsichtigten Maßnahme besonders sorgfältig geprüft werden.

Keine Verbindlichkeit, in dem Sinne, daß aus ihrer Überschreitung unbedingt Maßnahmen folgen müßten, haben sogenannte **Referenzwerte**. Hierbei handelt es sich im Prinzip um statistische Kenngrößen aus größeren Untersuchungen, die das Ausmaß der ubiquitären Umweltbelastung des Menschen mit Fremdstoffen widerspiegeln. Referenzwerte sind „Ist“-Werte, während Grenzwerte bzw. Richtwerte „Soll“-Werte darstellen. Beispiele für Referenzwerte sind die im Rahmen der Umweltsurveys ermittelten Innenraumluftkonzentrationen in deutschen Wohnungen oder die von der UBA-Kommission „Humanbiomonitoring“ herausgegebenen Referenzwerte für Schadstoffkonzentrationen im menschlichen Blut oder Urin.

Ein Referenzwert für einen chemischen Stoff in einem Körpermedium ist z.B. ein rein statistisch definierter Wert, der die Konzentration des Stoffes im entsprechenden Körpermedium bzw. in einer biologischen Probe für diese Bevölkerungsgruppe zum Zeitpunkt der Durchführung der Studie beschreibt. Ihm kommt per se keine gesundheitliche Bedeutung zu. Häufig wird als Referenzwert das 95. Perzentil der Meßwerte der Stoffkonzentration in dem entsprechenden Körpermedium der Referenzpopulation angegeben. Somit kann der Referenzwert in einer Bevölkerungsgruppe von dem in einer anderen Gruppe sehr verschieden sein.

Referenzwerte ermöglichen unter anderem

- die Beschreibung des derzeitigen Ist-Zustandes (sog. Hintergrundbelastung eines ubiquitär vorkommenden Stoffes) bei einer Bevölkerungsgruppe ohne erkennbare spezifische Belastung (Referenzpopulation),
- die Feststellung einer besonderen Belastung von Einzelpersonen oder Personengruppen,
- die Überprüfung von Qualitätszielen für die intrakorporale Schadstoffbelastung des Menschen unter präventivmedizinischen Aspekten,
- die Verwendung als Beurteilungsmaßstab bei epidemiologischen Untersuchungen von Populationen mit besonderer Umweltbelastung ohne die Notwendigkeit, zusätzlich umfangreiche Vergleichskollektive zu untersuchen. Werden Referenzwerte in diesem Sinn verwandt, so muß sichergestellt werden, daß die untersuchten Kollektive mit dem Referenzwertkollektiv hinsichtlich der Einflußgrößen vergleichbar sind, daß zeitliche Trends keine relevante Rolle spielen und daß vergleichbare Analyse- und Meßverfahren verwandt wurden. Letzteres ist z. B. durch Teilnahme an Ringversuchen zu gewährleisten.

Es ist im allgemeinen davon auszugehen, daß Referenzwerte u. a. eine Abhängigkeit von Alter und Geschlecht der untersuchten Personen aufweisen und sich im Laufe der Zeit durch die sich wandelnde Umweltbelastung ändern. Eine sorgfältige Prüfung ihrer sinnvollen Verwendbarkeit, z. B. für die oben aufgeführten Zwecke, ist notwendig.

Zur gesundheitlichen Bewertung einer durch Human-Biomonitoring ermittelten Belastung durch Schadstoffe im menschlichen Organismus sind zusätzliche, toxikologisch begründete Kriterien notwendig. Neben dem Referenzwert sind folglich weitere Angaben erforderlich, die aufzeigen, welche Stoffkonzentrationen in einem Körpermedium unter umweltmedizinischen Gesichtspunkten noch tolerabel sind oder ab welchen Konzentrationen gesundheitliche Beeinträchtigungen und toxische Wirkungen zu befürchten und deshalb Maßnahmen erforderlich sind. Die HBM-Kommission definiert zur gesundheitlichen Bewertung einer inneren Schadstoffbelastung sogenannte „Humanbiomonitoring-Werte“ (HBM-Wert I und II)

Der **HBM-I-Wert** entspricht der Konzentration eines Stoffes in einem Körpermedium, bei deren Unterschreitung nach dem aktuellen Stand der Erkenntnis nicht mit einer gesundheitlichen Beeinträchtigung zu rechnen ist und sich somit kein Handlungsbedarf ergibt. Der höhere **HBM-II-Wert** entspricht der Konzentration eines Stoffes in einem Körpermedium, bei deren Überschreitung eine für die Betroffenen als relevant anzusehende gesundheitliche Beeinträchtigung möglich ist. Bei Überschreitung des HBM-II-Wertes sind eine umweltmedizinische Betreuung (Beratung) der Betroffenen zu veranlassen und, soweit möglich, umgehend Maßnahmen zur Minderung der Belastung zu ergreifen.

Die beispielhaft hier für die HBM-Kommission dargelegte Definition zweier Bezugswerte und eines dazwischenliegenden „Unsicherheitsbereichs“ für weitere Prüfungen entspricht dem Sachverhalt, daß wissenschaftliche Erkenntnis zur gesundheitlichen Bedeutung einer Umweltbelastung immer mit Unsicherheiten verbunden ist. Eine strenge und eindeutige Grenze, oberhalb derer mit Gefahr zu rechnen ist, unterhalb derer aber Sicherheit bezüglich relevanter gesundheitlicher Wirkungen besteht, ist unter wissenschaftlichen Kriterien nicht anzugeben. Eine dichotome Entscheidung, nämlich eine Maßnahme zu ergreifen oder nicht, wird aber durch die Gesetze und Verordnungen von der Verwaltung gefordert. Die deshalb notwendigen Abwägungsprozesse sind häufig den Betroffenen nicht transparent. Sie bilden eines der Hauptprobleme der Risikokommunikation (s. Kapitel 4.4)

Bei der Festlegung von Grenzwerten werden, meist implizit und in der öffentlichen Diskussion nicht entsprechend deutlich gemacht, unterschiedliche „Philosophien“ angewandt:

– Das Minimierungsprinzip:

Grenzwerte sind nach dieser Vorstellung aus Vorsorgegründen so niedrig wie möglich anzusetzen. Die aktuelle analytische Nachweisgrenze gibt in diesem Fall die Höhe des Grenzwertes vor. Beispiele sind die Grenzwerte der Trinkwasserverordnung für Pflanzenschutzmittel und die „Höchstmengen“ von Kontaminanten in Nahrungsmitteln. Solche Grenzwerte liegen in der Regel, aber nicht zwingend deutlich unterhalb des gesundheitlich relevanten Bereiches. Die Einhaltung auf

diese Weise festgelegter Grenzwerte kann am besten durch Anwendungsverbote (Beispiel: Asbest, PCP, PCB) erreicht werden.

– Das Prinzip der technischen Realisierbarkeit:

Es wird angewandt bei Stoffen, auf die aus den verschiedensten Gründen nicht verzichtet werden kann. Der festgelegte Grenzwert richtet sich in diesem Fall nach den technischen Möglichkeiten zur Rückhaltung des Schadstoffes und der Verhältnismäßigkeit des dabei erforderlichen technischen Aufwandes. Es ist einsichtig, daß die Begriffe „technische Realisierbarkeit“ und „Verhältnismäßigkeit“ kontextspezifisch sind und vom gesellschaftlichen Kräftespiel bestimmt werden. Beispiele sind die TRK-Werte im Arbeitsschutz.

– Das Prinzip der toxikologischen Bewertung:

Grundlage hierfür sind wissenschaftliche Erkenntnisse aus der Epidemiologie und Toxikologie (s. oben) aus denen ein NOAEL bzw. LOAEL ermittelt und unter Zurhilfenahme von Sicherheitsabständen ein Grenzwert berechnet wird.

Der Sachverständigenrat für Umweltfragen (SRU) hat sich in seinem Umweltgutachten 1996 eingehend mit der Problematik der Umweltstandards auseinandergesetzt. Ausgehend von einer kritischen Zustandsanalyse, wird ein mehrstufiges Verfahrensmodell zur Festlegung von Umweltstandards vorgeschlagen (Abbildung 3).

Auf welcher Verfahrensstufe staatliche Organe, Wissenschaftler und gesellschaftliche Gruppen wirksam werden sollten, wird im einzelnen ausgewiesen. So ist es beispielsweise vorgesehen, die gesellschaftlichen Gruppen bei der Definition von Schutzobjekten und -zielen, bei der Erarbeitung der Kosten-Nutzen-Analyse sowie bei der Diskussion über Höhe und Art der Standards einzubinden. Inwieweit dieses komplizierte, mehrstufige Verfahren in allen Fällen die sachgerechte Vorgehensweise ist, kann letztlich erst die Praxis zeigen. Schließlich und endlich geht es darum, die Öffentlichkeit in angemessener Weise an dem Prozeß der Standardfindung zu beteiligen und über mehr Transparenz und Plausibilität zur Risikokommunikation und -akzeptanz beizutragen.

Sowohl Experten als auch die Laienöffentlichkeit sollten verstehen, daß es bei der Festlegung von Grenzwerten häufig zu einer Vermischung wissenschaftlicher Erkenntnisse mit technischen und ökonomischen Aspekten kommt und daß dabei Konventionen eine bedeutsame Rolle spielen.

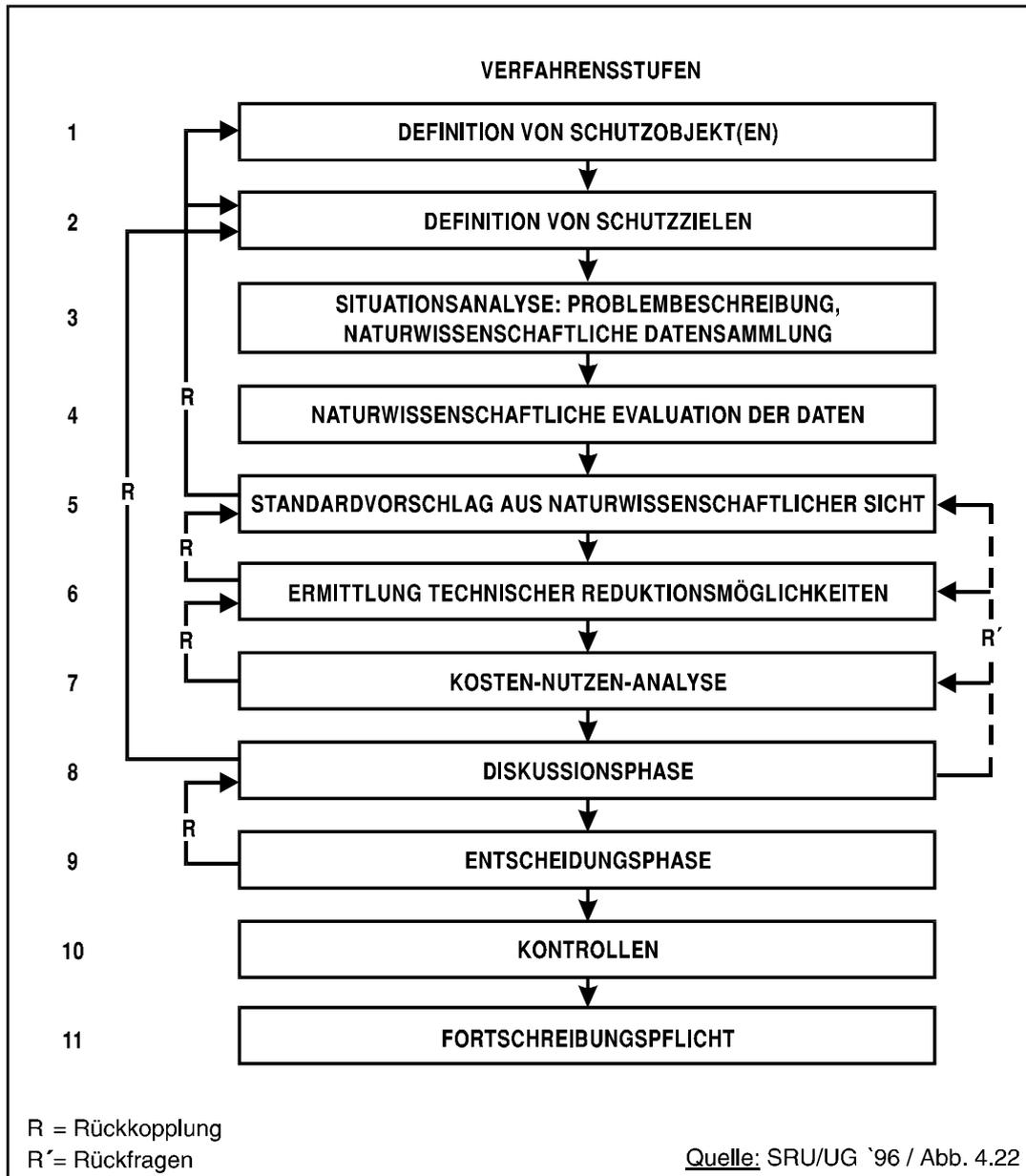


Abb. 3: SRU-Modell eines Mehrstufenverfahrens zur Festlegung von Umweltstandards

2.3.5 Wissenschaftliche Bewertung und gesellschaftliche Wertung

2.3.5.1 Der Risikomanagement-Prozeß

Die Verbesserung der Qualität unserer Umwelt mit dem Ziel, die aus der Umweltbelastung resultierenden Risiken zu mindern und um ein gesundes Leben in ihr zu ermöglichen, wird in letzter Zeit häufig unter dem Begriff Risikomanagement zusammengefaßt. Unter Risikomanagement wird nach einer Definition der US-amerikanischen „Presidential/Congressional Commission on Risk Assessment and Risk Management“ der Prozeß der Identifikation, Bewertung, Schwerpunktsetzung und des Er-

greifens geeigneter Maßnahmen verstanden, um Risiken für die menschliche Gesundheit und das Ökosystem zu vermindern. Ziel des Risikomanagement ist es, „wissenschaftlich gut begründete, kosteneffektive, integrierte Maßnahmen zu ergreifen und dabei soziale, kulturelle, ethische, politische und rechtliche Überlegungen zu berücksichtigen“.

Risikomanagement-Prozeß

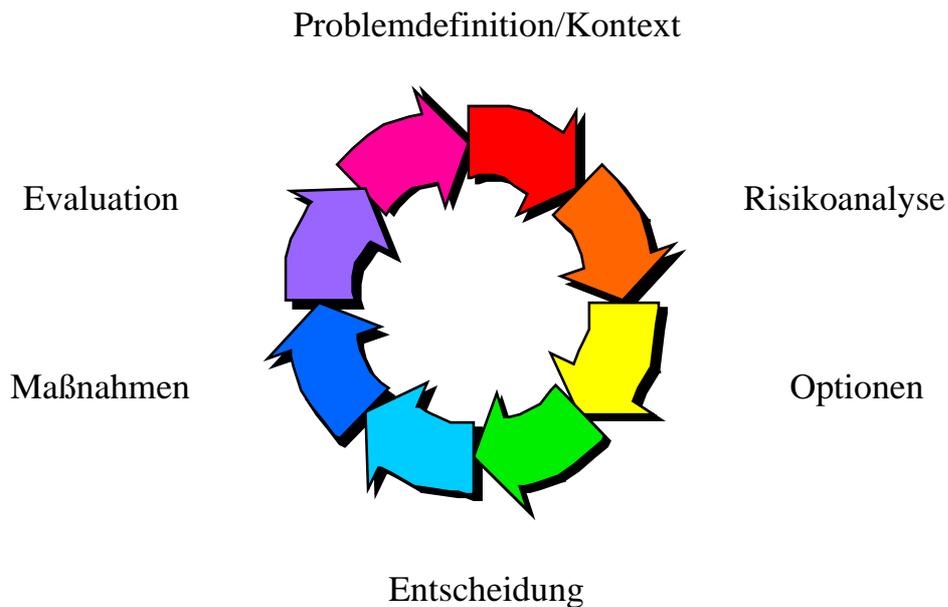


Abb. 4: Risikomanagement-Prozeß

In dem 1997 erschienenen Bericht der oben erwähnten Kommission wird für das Risikomanagement folgendes Stufenkonzept vorgeschlagen:

- Definition des Problems in seinem Kontext
- Analyse seiner Risiken
- Prüfung von Maßnahmeoptionen
- Entscheidung über die zu ergreifenden Maßnahmen
- Durchführung der Maßnahmen
- Evaluation der Maßnahmen.

Jeder Schritt des Managementprozesses beruht ganz wesentlich auf der Betrachtung der Risiken in einem möglichst weit gefaßten Kontext und auf der Beteiligung aller Betroffener. Insgesamt handelt es sich um einen in verschiedene Schritte gegliederten, sich iterativ wiederholenden Prozeß, bei dem nach einer Bewertung der Ergebnisse der erfolgten Maßnahmen gegebenenfalls eine neue Runde mit Analyse der verbleibenden Risiken und den daraus folgenden Konsequenzen folgt.

Der Prozeß des Risikomanagement steht und fällt mit der richtigen Definition des anstehenden Problems und der Analyse seines naturwissenschaftlich-technologischen, gesundheitlichen, aber auch gesellschaftlich-politischen Kontextes. Hier sind Fragen zu beantworten nach:

Der Art des Problems und seines Kontextes z.B.:

- Was ist das Problem? Warum ist es ein Problem? Wie wurde es erkannt?
- Welche Art von Wirkungen (reversible - irreversible) sind zu erwarten? Wann werden die Wirkungen eintreten (sofort - erst in weiter Zukunft, in späteren Generationen)? Handelt es sich um multiple Risiken von unterschiedlichem Gewicht?
- Was sind die Quellen/Ursachen des Problems? Handelt es sich um eine Belastung aus mehreren Quellen/ aus mehreren Umweltmedien (Nahrungsmittel, Luft)?
- Wer und wieviel Personen werden exponiert? Welche Expositionszeiträume sind zu erwarten (Kurzzeitbelastung - chronische Belastung)?
- Wie beurteilen die Betroffenen die Risiken?

Den Zielen des Risikomanagement-Prozesses z.B.:

- Soll das Risiko selbst vermindert oder eliminiert werden?
- Soll die unerwünschte Wirkung vermieden werden?
- Soll das Risiko unter Erhaltung der Arbeitsplätze reduziert werden?
- Soll die empfindlichste Risikopopulation geschützt werden?

Der Zuständigkeit für den Management-Prozeß z.B.:

- Staat (Bund, Land, Kommune, Umweltschutzamt, Gewerbeaufsicht, Gesundheitsamt)
- Verursacher (Anlagenbetreiber)
- Bürger.

Nach den mittelbar oder unmittelbar vom Risikomanagement-Prozeß Betroffenen (engl. „Stakeholders“) und nach deren Beteiligung am Prozeß z.B.:

- Wer ist von den Risiken (aber auch von den Maßnahmen zur Beseitigung der Risiken) betroffen?
- Wer verfügt über Informationen oder Expertisen?
- Wer war in der Vergangenheit von ähnlichen Risiken betroffen?
- Wer könnte bei Nichtbeteiligung verärgert sein und entsprechend opponieren?

Als „Stakeholder“ kommen in Betracht:

- Bürgerinitiativen
- Repräsentanten kultureller, ethnischer oder wirtschaftlicher Gruppen und Verbände
- lokale Behörden
- der öffentliche Gesundheitsdienst
- Industrie- und Handelskammer, Wirtschaftsverbände
- Ärzteverbände
- Gewerkschaften
- Umweltverbände
- Forschungseinrichtungen
- staatliche Einrichtungen, die für Fragen der Standardsetzung verantwortlich sind.

Die nationale und internationale Erfahrung zeigt, daß eine angemessene Beteiligung der Betroffenen (bzw. im weitesten Sinne Interessierten) zu einem effektiveren und letztendlich *belastbareren* Risikomanagement führt. Die Betroffenen bringen ihre Kenntnisse und Erfahrungen ein. Ihre Beteiligung führt zu einer besseren Akzeptanz der Entscheidungen. Im übrigen erklärt die von den europäischen

Gesundheits- und Umweltministern in Frankfurt 1989 verabschiedete Europäische Charta "Umwelt und Gesundheit" ausdrücklich: „Jeder Mensch hat Anspruch auf Informationen und Anhörung über die Lage der Umwelt, sowie über Pläne, Entscheidungen und Maßnahmen, die voraussichtlich Auswirkungen auf Umwelt und Gesundheit haben und auf Teilnahme am Prozeß der Entscheidungsfindung...“.

Die Vorteile einer Beteiligung der Betroffenen liegen auf der Hand. Es sind unter anderem:

- Demokratisierung gesellschaftlicher Entscheidungsprozesse
- Berücksichtigung unterschiedlicher gesellschaftlicher Werte
- Entwicklung eines besseren Verständnisses für gesellschaftliche Entscheidungsprozesse in der Öffentlichkeit
- Verbesserung der Erkenntnisgrundlage
- Zeit- und Kostenersparnis
- Vertrauensbildung
- Verbesserung der Akzeptanz von Entscheidungen.

Nach den vorliegenden Erfahrungen kann bei einem solchen Beteiligungsprozeß grundsätzlich nicht auf feste Regeln zurückgegriffen werden. Hier ist die Kreativität der Risikomanager gefragt. Wiewohl es ausreichend gute Beispiele für die Einbeziehung von Betroffenen bei der Abstimmung über Maßnahmen zur Reduzierung von Risiken auf lokaler Ebene gibt und auch für Arbeitsstoffe auf nationaler Ebene ein Konsensgremium mit breiter Beteiligung existiert, fehlen bislang Vorstellungen, wie z.B. ein Konsensgremium mit Beteiligung von Verbrauchern auf nationaler Ebene zusammengesetzt sein könnte. Noch schwieriger wird eine Lösung zu finden sein, wenn es um Risikofragen auf supranationaler Ebene, z.B. in der EU oder um globale Fragen geht. Geeignete Verfahren für die Beteiligung müssen deshalb dringend entwickelt, erprobt und evaluiert werden. Es besteht Bedarf, dabei über verschiedene Optionen nachzudenken, um die Repräsentanz verschiedener Interessenslagen sicherzustellen. Ein in einem solchen Gremium gefundener Kompromiß wird sicherlich auf eine höhere Akzeptanz treffen als Lösungen, die ohne breite Beteiligung der Öffentlichkeit gefunden wurden.

Ziel des Dialogs mit Betroffenen (Risikokommunikation) sollte es sein, Konflikte zu versachlichen, Positionen anzunähern, eine gemeinsame Bewertungsbasis und einvernehmliche Lösungsstrategien, die den Interessen aller gerecht werden, zu entwickeln. Aber auch nicht auflösbare Konfliktpunkte lassen sich herausarbeiten und politische Entscheidung für alle Seiten transparent machen. Man darf andererseits nicht erwarten, daß Kommunikation über Risiken mit den Betroffenen immer das geeignete Instrument ist, um bestehende Konflikte zu reduzieren oder das Risikomanagement leichter zu machen. Weiter ist es auch nicht so, daß gute wissenschaftliche Information die Entscheidungsfindung bei bestehenden Risiken immer erleichtert. Es ist zudem nicht richtig, daß die Medien die wichtigste Ursache von Problemen in der Risikokommunikation sind. Auch wünschen Betroffene und die Öffentlichkeit nicht immer einfache Antworten darauf, was zu tun ist und wie bestehende Probleme zu lösen sind. Insbesondere aber helfen Vergleiche von „unvergleichbaren“ Risiken (z.B. Rauchen mit Asbestbelastung) nicht, um Risikoakzeptanz zu gewinnen. Betroffene bringen im allgemeinen genügend Sachverstand mit, um auch an der Entscheidungsfindung beteiligt zu werden.

2.3.5.2 Die Risikobewertung (risk assessment)

Die Risikobewertung stellt die wissenschaftliche Grundlage für das Risikomanagement dar. Die Bewertung eines Risikos besteht einerseits in der systematischen wissenschaftlichen Darstellung der gesundheitsschädigenden, toxischen Eigenschaften eines Stoffes oder eines Agens anhand vorliegender Daten und andererseits in der Abschätzung der Exposition des Menschen gegenüber diesem Stoff. Es geht dabei darum, quantitativ abzuschätzen, welche ungünstigen Wirkungen für die menschliche Gesundheit oder die Umwelt der Stoff oder das Agens bei entsprechender Exposition auslöst. Die Bewertung eines Risikos beinhaltet die qualitative Charakterisierung der adversen Eigenschaften und deren quantitative Darstellung in Form einer Dosis/Konzentrations-Wirkungsbeziehung, eine Abschätzung der möglichen Exposition und Angaben über die dabei zu erwartende Wirkung. Einzuschließen sind auch Überlegungen zur Auswirkung von Unterschieden in der Empfindlichkeit der Spezies (z.B. bei Übertragung von Daten aus Tierversuchen an der Ratte auf den Menschen). In der Epidemiologie wird die Risikobewertung anhand von Bevölkerungsstudien vorgenommen, in denen die Exposition mit der Wahrscheinlichkeit des Auftretens einer nicht erwünschten Wirkung/Erkrankung verknüpft wird.

Diese kursorische Schilderung der Methoden, um ein durch Umweltschadstoffe möglicherweise ausgelöstes oder potentiell auslösbares Gesundheitsrisiko erfassen zu können, läßt erkennen, mittels welcher Untersuchungsinstrumente Aussagen getroffen werden. Die Darstellung von experimentellen Befunden bedarf dabei immer auch einer Interpretation, die in einem bestimmten Rahmen abgegeben wird. Es darf nicht verkannt werden, daß Lücken der Erkenntnismöglichkeit bestehen. Diese Lücken sind teilweise prinzipieller Natur (z.B. Übertragbarkeit von Tierversuchen auf den Menschen), zum Teil ist das Risiko qualitativ erfaßbar, jedoch in seinem Ausmaß nicht ausreichend zu quantifizieren.

Für das konkrete Vorgehen in der Bewertung von Chemikalien haben sich Konventionen herausgebildet, die in den nationalen und internationalen Gremien konsensual vereinbart worden sind, die aber von einzelnen Experten gelegentlich als nicht akzeptabel angegriffen werden. Eine weitere Ursache für den Expertenstreit liegt in der Möglichkeit, Tatsachen, die unter bestimmten Rahmenbedingungen gelten, in anderem Zusammenhang zu diskutieren und zu interpretieren. Gelegentlich ist die Datenlage auch so unsicher (eine Studie spricht für einen Effekt, eine zweite spricht dagegen), daß unterschiedliche Auffassungen berechtigt sind. Letztlich kommt es bei der Bewertung auch auf den Standpunkt an: d.h. wo der eine Experte ein Risiko als nicht bewiesen ansieht, erscheint dem anderen der Gefahrenverdacht nicht hinreichend ausgeräumt.

Häufig reicht auch die Datenlage selbst für eine akzeptable Risikobeschätzung nicht aus. Richtig wäre in solchen Fällen die im Grunde ehrliche Antwort, etwas nur unzureichend zu wissen. Dies wird aber oft als fachliche Inkompetenz mißdeutet. Der Wunsch, klare, für die Administration einfach umzusetzende Angaben von den Wissenschaftlern zu erhalten, ist zwar verständlich, kann aber - wenn er ohne ausreichende Erkenntnisgrundlagen erfüllt wird - für alle Beteiligten schwerwiegende und nicht mehr zu reparierende Folgen haben. Dazu zählt einerseits die Möglichkeit der Auslösung von Gesundheitsschäden, andererseits aber auch die Gefahr nicht gerechtfertigter finanzieller Aufwendungen der öffentlichen Hand, die an anderer Stelle besser eingesetzt wären. In solchen Situationen sollte der

Wissenschaftler den Mut haben, sich der Forderung nach klaren Statements und dem Vorspiegeln von Sicherheit in der Bewertung zu widersetzen und seinerseits die Forderungen nach mehr Daten (bzw. mehr Mittel für entsprechende Untersuchungen) für eine bessere Bewertung stellen. Er hat jedoch auch abzuwägen, ob für den Zeitraum, der dazu benötigt wird, um die notwendigen Daten im Experiment zu gewinnen, Maßnahmen zum Schutz vor einer möglichen, aber bisher nicht erwiesenen Schädigung im Sinne eines vorbeugenden Gesundheitsschutzes ergriffen werden müssen. Das Eingeständnis der Begrenztheit des Wissensstandes ist eine Facette der Risikokommunikation. Insbesondere müssen dabei die unterschiedlichen Handlungsoptionen bei begrenzter Datenlage mit ihren Konsequenzen aufgezeigt werden.

Zusammenfassend ist bei der Risikobewertung (risk assessment) besonders auf folgende Punkte zu achten:

- auf die „Qualität“ der zugrundegelegten toxikologischen und epidemiologischen Studien
- auf die Eignung der dabei angewandten Methoden
- auf die Konsistenz verschiedener Studien
- auf die biologische Plausibilität der Ergebnisse
- auf die Übertragbarkeit bzw. die Zulässigkeit einer Verallgemeinerung der Ergebnisse
- auf die Genauigkeit der Expositionsabschätzung.

Bei der naturwissenschaftlich-medizinischen Analyse der Risiken ist immer die implizite Unsicherheit zu berücksichtigen. Außerdem sollten die folgenden Fragen im einzelnen untersucht werden und in die Risikoabschätzung eingehen:

- Welcher Art sind die erwarteten Risiken?
- Welche Bevölkerungsgruppen sind von den Folgen betroffen? Gibt es darunter besonders empfindliche Individuen oder Gruppen?
- Wie schwer sind die erwarteten unerwünschten Wirkungen? Sind sie reversibel?
- Welche wissenschaftliche Evidenz steht hinter der Risikoabschätzung und wie sicher können die Experten bezüglich ihrer Abschätzung sein?
- Gibt es alternative Betrachtungsweisen?
- Welche anderen Risikoquellen führen zu derselben Wirkung?
- Welches ist der spezifische Anteil der betrachteten Risikoquelle zum Gesamtrisiko?
- Wie verteilt sich das Risiko in der Gesellschaft?
- Folgen andere (z.B. soziale oder kulturelle) Konsequenzen aus der Risikoquelle?

2.3.5.3 Untersuchung von Maßnahmealternativen

Zur Reduzierung oder Beseitigung von Risiken stehen in der Regel mehrere Optionen zur Verfügung. So können Emissionen aus Anlagen sowohl durch ordnungsrechtliche Maßnahmen (z.B. Verbote), als auch durch wirtschaftliche Anreize (z.B. Besteuerung) begrenzt werden, auch stehen unterschiedliche technische Lösungen zur Verfügung. Stehen mehrere Optionen zur Diskussion, so geht es darum, möglichst auf dem Vorwege die folgenden Fragen zu prüfen:

- Was sind die Vorteile?
- Was sind die unmittelbaren und mittelbaren Kosten?

- Wer hat den Vorteil und wer trägt die Lasten (Frage nach der Gerechtigkeit)?
- Ist die Maßnahme überhaupt in der vorgesehenen Zeit unter den gegebenen rechtlichen, politischen, wirtschaftlichen und technologischen Bedingungen umsetzbar?
- Welche neuen Risiken entstehen bei Umsetzung der Maßnahme?

Auf die möglichst umfassende Beantwortung dieser Fragen kann sich dann eine rationale Entscheidung stützen. Eine Vielzahl von Beispielen aus der Vergangenheit belegt, daß häufig eine solche Prüfung, wenn überhaupt, nur sehr unvollständig erfolgt.

2.3.5.4 Risikovergleiche

Risikoabschätzungen und -bewertungen sind eine Grundlage umweltpolitischer Entscheidungen. Sie werden beispielsweise in den Bereichen Chemikaliensicherheit/Stoffbewertung, Freisetzung gentechnisch veränderter Organismen, Umwelt und Gesundheit, Altlastensanierung, Produktbewertung/Ökobilanzen/ Wirkungsabschätzung, Sicherheitsforschung (Anlagensicherheit und Störfallvorsorge), Erarbeitung von Umweltqualitätszielen, Festlegung von Umweltstandards, Umweltverträglichkeitsprüfung, Technikfolgenabschätzung, Risikokommunikation und bei der Bewertung der umweltbezogenen Auswirkungen neuer Technologien durchgeführt.

Zur Begründung umweltpolitischer Maßnahmen und Schwerpunkte wird angesichts knapper Mittel und gesellschaftlicher Kontroversen um Umweltpolitik und die Verwirklichung einer nachhaltigen Entwicklung in den kommenden Jahren verstärkt auf den *Vergleich von Risiken* für Mensch und Umwelt, die durch unterschiedliche gesellschaftliche Aktivitäten entstehen, zurückzugreifen sein. Jedoch fehlen für derartige Vergleiche bisher nicht nur die methodischen Konventionen, sondern es bestehen auch grundsätzlich hinsichtlich der Vergleichbarkeit von Risiken vielfältige methodologische Fragen, Hindernisse und Probleme. Es ist davon auszugehen, daß sich die bereits mit Risikoabschätzungen und -bewertungen verbundenen Probleme letztlich bei Risikovergleichen potenzieren.

Eine Auseinandersetzung mit derartigen Problemen hat bisher lediglich in den sozialwissenschaftlichen Diskussionen über Risiken sowie in wissenschaftstheoretischen/-soziologischen und rechtswissenschaftlichen/rechtssoziologischen Debatten und Schriften stattgefunden.

Als erster Schritt für eine Systematisierung von Risikoabschätzungen sollten die verschiedenen angewandten Methoden gegenübergestellt werden. Auf dieser Basis könnte eine Beurteilung versucht werden, inwieweit die Vereinheitlichung der Methodik von Risikoabschätzungen möglich ist und damit der wissenschaftliche Zugang zur Risikovergleichen eröffnet wird. Grundsätzlich sollten Entscheidungen im umweltbezogenen Gesundheitsschutz für die eine oder andere Maßnahmenoption so gefällt werden, daß der Prävention von Risiken der Vorzug vor einer nachträglichen Beseitigung gegeben wird und daß gesundheitliche Argumente vor wirtschaftlichen zum Tragen kommen.

2.3.5.5 Evaluation von Maßnahmen

Um für die Zukunft zu lernen, müssen Maßnahmen evaluiert werden. Die Überprüfung von staatlichen Maßnahmen im gesundheitlichen Umweltschutz, um festzustellen ob sie ihren Zweck, Risiken zu vermindern, erfüllt haben und ob sich der Aufwand „gelohnt“ hat, hat in Deutschland keine Tradition. Nur wenn geeignete Evaluierungsverfahren entwickelt und etabliert werden, erhält eine rationale Politik im Themenfeld „Umwelt und Gesundheit“ eine solide Basis. Bevorzugt sollten Evaluierungsverfahren und -zeitpunkte bereits bei der Planung von Maßnahmen Berücksichtigung finden. Eine Evaluierung von Maßnahmen im umweltbezogenen Gesundheitsschutz ist auch und besonders wegen der Unsicherheiten in der Risikoabschätzung zu fordern.

2.3.5.6 Gesellschaftliche Risikowahrnehmung

Risiken werden von wissenschaftlichen Experten und Laien unterschiedlich beurteilt und akzeptiert. Dies ist nicht eine Frage von Rationalität und Irrationalität. Bei der Risikowahrnehmung von Laien fließen unterschiedliche qualitative Dimensionen, wie Freiwilligkeit, Gerechtigkeit, Ungeheuerlichkeit (Empörung), Beängstigung und persönliche Nutzen/Schadensüberlegungen ein.

Die Perspektive von Betroffenen für die Risikowahrnehmung geht von der individuellen Lebenssituation aus. Für den einzelnen ist entscheidend, ob er (oder seine Angehörigen) individuell Schäden erfahren hat (oder wird) oder nicht (Dichotomie). Betroffene haben meist ganz konkrete Fragen zum Risiko an die Experten. Risikoabschätzungen sind häufig Antworten auf Fragen, die von den Betroffenen gar nicht gestellt wurden. Risiko steht für die Betroffenen in einem sozialen Kontext („wer verursacht mein Risiko und was hat er davon?“). Bewertungsunsicherheiten machen Angst. Außerdem gibt es keinen Grund, Risiken zu akzeptieren, wenn damit kein Nutzen/Gewinn verbunden ist.

In der *Wertung* von Risiken ist es zweifelsohne nicht belanglos, ob die Möglichkeit besteht, sich durch persönliche Entscheidung einem Risiko auszusetzen oder es zu vermeiden. Bewußt eingegangenen Risiken stehen Risiken gegenüber, die ungewollt hingenommen werden sollen und denen nicht durch persönliche Entscheidung aus dem Weg gegangen werden kann. Im ersten Falle kann der einzelne abwägen, inwieweit ihm trotz des sich aus der Exposition ergebenden Risikos ein persönlicher Nutzen entsteht (z.B. sportliche Aktivitäten, Abenteuerreisen). In der zweiten Situation ist im allgemeinen der Nutzen keine auf die exponierte Person bezogene Größe, sondern steht als Preis für wirtschaftliche Entwicklung und Wohlstand einem Risiko gegenüber, das den einzelnen betrifft. Risiken, bei denen unbekannte, aber als sehr bedrohlich angesehene Wirkungen erwartet werden, erzeugen verständlicherweise Ängste.

Die Wertung von Risiken, auch die vergleichende Wertung ist keine Aufgabe für den wissenschaftlichen Spezialisten alleine. Wertungen beinhalten Wertsetzungen, die sich nicht nur aus (natur-)wissenschaftlicher Basis speisen, sondern soziale, kulturelle und ethische Wurzeln haben. Insofern kann der naturwissenschaftliche Spezialist hier lediglich seinen Beitrag neben den Beiträgen anderer

einbringen. Seine Wertsetzung steht dabei gleichberechtigt neben der Wertsetzung anderer in der Gesellschaft. Die Entscheidung, ob die Allgemeinheit ein bestimmtes Risiko nach seiner Art und seinem Umfang zu akzeptieren bereit ist, bedarf eines gesamtgesellschaftlichen Diskurses (Risikokommunikation im weiteren Sinne). Es erhebt sich die Frage, wer in einen solchen Diskurs angesichts widerstreitender Auffassungen und Einstellungen und auch Interessenslagen eingebunden werden kann und muß und mit welchen Verfahren letztendlich *eine möglichst von allen akzeptierte* Entscheidung herbeigeführt werden kann. Da es sich um eine Entscheidung auf vielschichtig wertender Basis handelt, kann unter Umständen auch resultieren, daß ein in der wissenschaftlichen Betrachtungsweise möglicherweise als sehr gering eingeschätztes Risiko nicht akzeptiert wird und daß daher Maßnahmen erforderlich werden.

2.4 Datenquellen

In Deutschland werden für viele verschiedene Zwecke sowohl Gesundheitsdaten erhoben als auch Umweltmessungen vorgenommen. Diese Daten könnten genutzt werden, um Zusammenhänge zwischen Umwelteinwirkungen und Umweltsituationen und Gesundheit aufzudecken oder zu bestätigen. Da die Daten in der Regel jedoch nicht primär für diese Fragestellung erhoben werden, ist oft eine geschickte Verknüpfung mit anderen Informationen notwendig, um zu entsprechenden Hinweisen auf derartige Zusammenhänge zu kommen. Dies birgt allerdings die Gefahr methodisch falscher Verknüpfungen und darauf basierend fehlerhafter Schlußfolgerungen in sich. Nachfolgend wird auf die verschiedenen Informationsquellen und deren Eignung zum Feststellen von Zusammenhängen zwischen Umwelteinflüssen und gesundheitlichen Auswirkungen eingegangen.

Tab. 2: Überblick über bestehende Datenquellen im Bereich Umwelt und Gesundheit

Erhebungen zu	Datenquellen	Kapitel
Gesundheit	Daten der amtlichen Statistik <ul style="list-style-type: none"> – Gesundheitsstatistik – Gesundheitsstatistische Zusatzerhebung zum Mikrozensus – Statistik der Straßen- und Luftverkehrsunfälle – Schwerbehindertenstatistik – Rehabilitationsmaßnahmenstatistik – Krankenhausstatistik 	2.4.1.1
	Daten der Krankenkassen <ul style="list-style-type: none"> – Krankheitsartenstatistik des AOK-Bundesverbandes 	2.4.1.2

	Spezifische Krankheitsregister – Herzinfarktregister – AIDS-Fallregister	2.4.1.3
	Bevölkerungsbezogene Krebsregister – Regionale Krebsregister der Bundesländer – Deutsches Kinderkrebsregister	2.4.1.4
	Fehlbildungsregister	2.4.1.5
	Repräsentative Bevölkerungserhebungen - Gesundheitssurveys – Nationaler Gesundheitssurvey 1984-1986 – Nationaler Gesundheitssurvey 1990-1991 – Gesundheitssurvey Ost 1991/1992 – Bundesgesundheitsurvey 1997/1998 (ergänzt durch Umwelt-, Arzneimittel- und Ernährungssurveys)	2.4.1.6, 2.4.3.1 4.1.1
	Beobachtungspraxen („sentinels“)	2.4.1.7
Umwelt	Daten zur Umwelt des Umweltbundesamtes	2.4.2.1
	Umwelt-Surveys – Umwelt-Survey der Bundesrepublik Deutschland 1985/1986 (Anbindung an Nationalen Gesundheitssurvey 1984-1986) – Umwelt-Survey Westdeutschlands 1990/1991 (Anbindung an Nationalen Gesundheitssurvey 1990-1991) – Umwelt-Survey Ostdeutschlands 1991/1992 (Anbindung an Gesundheitssurvey Ost 1991/1992) – Umwelt-Survey 1997/1998 (Anbindung an Bundes-Gesundheitssurvey 1997/1998)	2.4.2.2, 2.4.3.2 4.1.2
Umwelt und Gesundheit	Spontanmeldesystem von Gesundheitsstörungen durch Chemikalien	2.4.3.3
	Bank für Human-Organproben der Umweltprobenbank des Bundes	2.4.3.4, 4.1.2
	Frauenmilch- und Dioxin-Humandatenbank	2.4.3.5
	Umweltepидemiologische Studien in Deutschland (Beispiele) – Monitoringprojekte, Surveys, Surveillance- und Sentinel-Projekte, Wirkungskataster- Untersuchungen – Regionale Vergleiche (Ost-West) – Untersuchungen im Zusammenhang mit Wirkungskatastern der Luft- treinhaltungspläne – Untersuchungen zur Altlasten-Problematik	2.4.4 2.4.4.1 2.4.4.2 2.4.4.3 2.4.4.4

2.4.1 Verfügbare Gesundheitsdaten

2.4.1.1 Daten der amtlichen Statistik

Die amtliche Statistik umfaßt eine Reihe von Datenquellen, die aufgrund entsprechender Gesetze erhoben werden. Im folgenden findet sich eine Übersicht zu den wichtigsten gesundheitlich relevanten Datenquellen des Statistischen Bundesamtes.

Gesundheitsstatistik: Totalerhebung (aus den Standesämtern) fortlaufend seit 1946, aggregiert auf Bundes-, Land- und teilweise auf Kreisebene. Ausgewählte Untersuchungsgegenstände betreffen Geburten (diverse Angaben insbesondere zu Körpergewicht und -länge sowie erkennbare Fehlbildungen innerhalb der ersten drei Tage) und Todesfälle (Todesursachenstatistik, Angaben über Alter, Geschlecht, Verschlüsselung des ursächlich zum Tode führenden Grundleidens nach ICD-9 und Ergänzungsschlüsseln). Im weiteren Sinne zählen hierzu auch die meldepflichtigen Infektionskrankheiten nach dem Bundesseuchengesetz.

Gesundheitsstatistische Zusatzerhebung zum Mikrozensus: Jährliche 0,5 %-Stichprobe aller Haushalte zusammen mit dem Mikrozensus (Teilnahme im wesentlichen freiwillig) seit 1963 und vollständig seit 1986 (alle drei Jahre). Ausgewählte Items betreffen Krankheit während der letzten vier Wochen (Dauer, Behandlung incl. Krankenhausbehandlung, Arbeitsunfähigkeit), Minderung der Erwerbsunfähigkeit sowie Aspekte des Gesundheitsverhaltens.

Statistik der Straßen- und Luftverkehrsunfälle: Kontinuierlich auf Monats- und Jahresbasis alle erfaßten Unfälle seit 1953 (Luftverkehrsunfälle seit 1960). Ausgewählte Items betreffen Alter und Geschlecht der Unfallbeteiligten, Unfallursachen und Verletzungsgrad.

Schwerbehindertenstatistik: Totalerhebung aller anerkannten Schwerbehinderten seit 1979. Ausgewählte Items betreffen Alter und Geschlecht, Art, Ursache und Grad der Behinderung, Regionalität.

Rehabilitationsmaßnahmenstatistik: Jährliche Totalerhebung aller abgeschlossenen Rehabilitationsmaßnahmen seit 1971/1981. Ausgewählte Items betreffen Alter und Geschlecht, Sozialstatus und Beruf, Rehabilitationsträger, bis zu 3 Rehabilitationsmaßnahmen nach Art, Dauer und Ergebnis.

Krankenhausstatistik: Totalerhebung aller Krankenhäuser seit 1935/1990. Ausgewählte Items betreffen Charakteristika der Krankenhäuser, Bettenstatistik, Personalstatistik, Patientenstatistik, Sektionen.

- *Vorteile:*

Die Erhebungen sind repräsentativ für die gesamte Bevölkerung. Wichtige Aspekte der Morbidität, Mortalität und der Versorgungsstruktur werden erfaßt. Die Daten der amtlichen Statistik bieten ein stabiles und universelles Instrument, das auch die Betrachtung langfristiger Zeitreihen ermöglicht, um regionale oder zeitliche Veränderungen aufzuzeigen. Die Quellen besitzen eine einheitliche Struktur und sind international vergleichbar. Die Daten der amtlichen Statistik sind auch durch ihre regionale

Verfügbarkeit geeignet, Hypothesen über mögliche Zusammenhänge von Umweltverhältnissen und Gesundheit zu generieren. Zusätzlich können sie als Parameter für die möglichen Erfolge von Interventionsmaßnahmen herangezogen werden. Das Informations- und Dokumentationszentrum "Gesundheitsdaten" des Statistischen Bundesamtes wird im Rahmen der durch das BMG geförderten Gesundheitsberichterstattung des Bundes entsprechende Datensätze auch in elektronischer Form für Nutzer bereitstellen.

- *Nachteile:*

Die ausgewählten Daten zu Todesursachen und Krankheiten umfassen nicht den ganzen Komplex der Gesundheitsprobleme. Aussagen zur Morbidität und besonders zu gesundheitlich relevanten Verhaltensweisen stehen nicht in ausreichendem Detailierungsgrad zur Verfügung. Die Quellen sind nicht flexibel für Abänderungen im Interesse der medizinischen epidemiologischen Forschung. Der Hauptnachteil der amtlichen Statistik für (umwelt-)epidemiologische Fragestellungen ist die fehlende Berücksichtigung von Umweltfaktoren und die auf Individualebene fehlende Verknüpfung der einzelnen Datenquellen untereinander. Zusätzliche Informationen über die vorliegenden Bevölkerungsstrukturen (population at risk) sind notwendig. Regelmäßige Volkszählungen können diese Lücke teilweise füllen, allerdings ist der gesundheitlich und umweltbezogene Anteil der Fragen im Mikrozensus sehr gering. Mortalitätsraten sind bei „kleinen“ Risiken, wie in der Umweltepidemiologie, nur sehr eingeschränkt aussagefähig.

2.4.1.2 Daten der Krankenkassen

Die Träger der Sozialversicherung veröffentlichen eine Reihe von Datenquellen, die das Morbiditätsgeschehen in der Bundesrepublik in begrenztem Maße widerspiegeln. Die Informationen liegen teilweise auch regional vor. Zwei Beispiele für bundesweite Datenquellen sind:

Krankheitsartenstatistik des AOK-Bundesverbandes: Veröffentlicht werden im Rahmen der Krankheitsartenstatistik die Arbeitsunfähigkeitsfälle der Pflichtmitglieder (der Beschäftigten) sowie die Krankenhausfälle aller Versicherten (alle Mitglieder der AOK und deren Familienangehörige). Weiter sind Informationen über die Erkrankungsfälle aufgeschlüsselt nach der Art der Erkrankung, ihrer Dauer sowie nach Alters- und Geschlechtsstruktur verfügbar.

- *Vorteile:*

Ähnlich wie bei der amtlichen Statistik werden Daten über sehr große Bevölkerungsteile verfügbar. Durch relative Konstanz der Datenerhebung werden zeitliche Veränderung und teilweise auch regionale Veränderungen deutlich. Ähnlich wie bei der amtlichen Statistik lassen sich mit den Daten der Sozialversicherer Wirkungen von (Umwelt)-Interventionen durch Verschiebungen im Krankheitspektrum aufzeigen. Die von den Sozialversicherungsträgern über ihre Mitglieder gehaltenen Daten umfassen ein breites Spektrum von Indikatoren, die jedoch in der Regel für Untersuchungen nicht zugänglich sind. Für spezielle Fragestellungen oder Studien besteht jedoch bei einigen Versicherungsträgern, auch örtlichen Betriebskrankenkassen, die Bereitschaft, die ohnehin erhobenen Daten für eine entsprechende wissenschaftliche Auswertung zur Verfügung zu stellen.

- *Nachteile:*

Die Datenquellen der Krankenkassen sind in ihrer Qualität und besonders in ihrer regionalen Differenzierung, aber auch bezüglich der Mitgliederstruktur der einzelnen Kassen sehr verschieden. Bezugsgröße ist das einzelne Mitglied. Über die mitversicherten Familienmitglieder liegen zwar auch Daten über Leistungen der Kassen vor, sie werden aber auf das Mitglied bezogen erfaßt. Auf diese Weise ist die Bezugsgröße (population at risk) nur sehr ungenau feststellbar. Für die Datenquellen der Sozialversicherer gelten die meisten Argumente, die bereits zu den Datenquellen der amtlichen Statistik diskutiert wurden.

2.4.1.3 Spezifische Krankheitsregister

Die wichtigsten Register von definierten Erkrankungen in Deutschland sind die regionalen Krebsregister der Bundesländer und das bundesweite Deutsche Kinderkrebsregister in Mainz. Sie werden aufgrund ihres gesicherten Bevölkerungsbezuges im folgenden Unterkapitel gesondert dargestellt. Andere Beispiele für Krankheitsregister sind das Monica-Herzinfarktregister in Augsburg und das AIDS-Fallregister am RKI.

- *Vorteile:*

Genau Erfassung spezifischer Krankheiten auf Individualebene mit Zusatzinformationen zu Alter, Geschlecht, Wohnort und relevanten Risikofaktoren. Spezifische Krankheitsregister können teilweise schnell an veränderte Gesundheitssituationen angepaßt werden. Bei relativ vollständigen Registern können Regionalvergleiche der Auftretenshäufigkeit der registrierten Krankheiten Hinweise auf Zusammenhänge mit regional unterschiedlichen Umweltbelastungen liefern. Auch können die Register im Idealfall als Instrument der Qualitätssicherung Folgen umweltpolitischer Veränderungen oder Interventionen sichtbar machen.

- *Nachteile:*

Nur für wenige Erkrankungen sind Register etabliert. Sie sind überwiegend für sehr seltene Erkrankungen mit geringer Public-Health-Relevanz installiert und erfassen nicht bevölkerungsbezogen, sondern dienen der Akkumulation von Expertenwissen (Krankheitsverlauf, Therapieerfolg). Diese Quellen haben oft eine gewisse Selektivität, d. h. nicht die ganze Bevölkerung wird erfaßt. Durch Differenzen in den Erfassungsmethoden zwischen Bundesländern und Nationen ist die Vergleichbarkeit begrenzt. Da Umweltbelastungen in der Regel nicht miterfaßt werden, können Regionalvergleiche lediglich auf aggregierter Basis stattfinden. Die Tatsache, daß aus solchen Vergleichen bestenfalls Hypothesen für mögliche Zusammenhänge gebildet werden können, wird oftmals außer acht gelassen. Es kommt dann zu sogenannten „ökologischen Trugschlüssen“ hinsichtlich vermuteter Zusammenhänge.

2.4.1.4 Bevölkerungsbezogene Krebsregister

Das Ziel bevölkerungsbezogener Krebsregister ist die Erfassung aller in einer definierten Bevölkerung auftretenden Krebserkrankungen und -todesfälle. Dazu tragen auf Ebene der Bundesländer regionale Krebsregister für alle Altersgruppen und für Krebserkrankungen bei Kindern und Jugendlichen unter 15 Jahren das bundesweite Deutsche Kinderkrebsregister in Mainz bei. Gemeinsam mit der Dachdokumentation Krebs im RKI, dessen Aufgabe die Zusammenführung und vergleichende Auswertung der anonymisierten Falldatensätze auf Bundesebene und die Publikation der Ergebnisse ist, arbeiten Vertreter aller Register in der Arbeitsgemeinschaft bevölkerungsbezogener Krebsregister in Deutschland an der weiteren Vereinheitlichung der Erhebungs- und Dokumentationsstandards.

Wesentliche Voraussetzung für die Zuverlässigkeit und Genauigkeit der Daten bevölkerungsbezogener Krebsregister ist der erhaltene Personenbezug, der es ermöglicht, verschiedene Meldungen einschließlich der Todesfolgemeldung aus der amtlichen Todesursachenstatistik derselben Person korrekt zuzuordnen. Unter Berücksichtigung datenschutzrechtlicher Belange erlaubt der Personenbezug der Daten nach dem Bundeskrebsregistergesetz die Durchführung analytischer epidemiologischer Fall-Kontroll- und Kohortenstudien.

Spätestens bis Ende 1998 werden alle Bundesländer bevölkerungsbezogene Krebsregister eingerichtet haben, wobei das angestrebte Ziel einer Flächendeckung jedoch noch nicht vollständig erreicht sein wird. Nach den langjährigen Erfahrungen der Krebsregister des Saarlandes und Hamburgs (ältestes bevölkerungsbezogenes Krebsregister der Welt) kann in der Aufbauphase der jetzt eingerichteten Krebsregister nicht sofort mit der Vollständigkeit der Erfassung aller Krebsfälle gerechnet werden. Die Vollständigkeit der Meldungen an ein bevölkerungsbezogenes Krebsregister läßt sich quantitativ ermitteln, so daß Fehlschlüsse aufgrund unvollständiger Meldungen vermieden werden können.

- *Vorteile:*

Genauere Erfassung von Krebserkrankungen nach Lokalisation, Histologie und Stadium verknüpft mit Angaben zu Alter, Geschlecht, Wohnort, Beruf und einigen wenigen relevanten Risikofaktoren zur Person. Der Personenbezug der Meldungen erlaubt unter genau festgelegten datenschutzrechtlichen Bedingungen die Reanonymisierung der personenbezogenen Daten zur Durchführung analytischer Studien auf Einzelfallebene. Im Rahmen solcher Studien wären dann grundsätzlich alle relevanten Risikofaktoren nacherhebbar. Die Vollständigkeit der Meldungen an die Register ist meßbar. Regionalvergleiche der Auftretenshäufigkeit der registrierten Krebserkrankungen können somit Hinweise auf Zusammenhänge mit regional unterschiedlichen Umweltbelastungen liefern. Krebsregister können somit auch dazu beitragen, Folgen von Veränderungen der Umwelt sichtbar machen.

- *Nachteile:*

Die angestrebte flächendeckende Vollständigkeit der Erkrankungsmeldungen an die Register ist noch nicht erreicht. Zudem wird gerade bei Krebs der Beitrag von Umweltbelastungen zur Krankheitsentstehung durch den Einfluß anderer wesentlicherer Risikofaktoren (s. Kapitel 2.1.2) überlagert.

2.4.1.5 Fehlbildungsregister

Seit Anfang der 80er Jahre werden auf Initiative der kassenärztlichen Vereinigungen zu Zwecken der Qualitätssicherung in den geburtshilflichen Stationen der Krankenhäuser flächendeckend Daten zum Perinatalgeschehen erfaßt und zentral auf Länderebene ausgewertet. Unter anderem werden auch die zur Zeit der Geburt festgestellten und gemeldeten kindlichen Fehlbildungen aufgenommen. Zur Zeit wird von einer Länderarbeitsgruppe geprüft, inwieweit diese Daten sich als Basis für die Einrichtung von flächendeckenden, bevölkerungsbezogenen Fehlbildungsregistern eignen. Ein Pilotprojekt wurde am Landesgesundheitsamt Nordrhein-Westfalen durchgeführt. Seine Ergebnisse liegen seit Frühjahr 1999 vor. Regionale Projekte mit detaillierter, vollständiger und fachkundiger Aufnahme und Registrierung von Fehlbildungen laufen derzeit in Mainz und Magdeburg.

- *Vorteile*

Fehlbildungen sind eine wichtige Komponente im Reproduktionsgeschehens des Menschen. Ihre zeitlichen und räumlichen Trends ermöglichen eine empfindliche Beurteilung von Einflüssen von Umweltfaktoren. Im Rahmen der Perinatalerhebung werden Daten zu Einflußfaktoren auf individueller Basis erhoben.

- *Nachteile:*

Siehe oben unter Krebsregister. Aus Gründen des Datenschutzes und wegen einer erhöhten zeitgeschichtlichen Sensibilität sind der Auswertung des umfangreichen Datenmaterials der Perinatalerhebung auf individueller Basis enge Grenzen gesetzt.

2.4.1.6 Repräsentative Bevölkerungserhebungen - Gesundheitssurveys

Gesundheitssurveys sind systematische, zu vorher festgelegten Zwecken durchgeführte repräsentative Bevölkerungserhebungen, die gesundheitsrelevante Informationen zusammen mit ökonomischen und sozialen Faktoren zur medizinischen Versorgung, zur Ernährung und zum gesundheitsrelevanten Lebensstil erfassen. Da alle Informationen auf Individualbasis vorliegen, ist eine epidemiologische Risikoabschätzung für interessierende Einflußfaktoren im Grundsatz möglich.

- *Vorteile:*

Weitere Untersuchungen können nachträglich noch eingebunden werden, falls Interesse an bestimmten zusätzlichen Informationen besteht. So können beispielsweise zusätzliche Erhebungen zur individuellen Umweltbelastung vorgenommen werden (siehe Umweltsurvey Kapitel 2.4.2.2; Zusammenfassungen der Ergebnisse durchgeführter Gesundheits- und Umweltsurveys enthalten Kapitel 2.4.3.1 und 2.4.3.2). Auf Grund einer für bestimmte Bevölkerungsgruppen repräsentativen Stichprobenziehung sind spezifische Aussagen über demographische und soziale Faktoren, Gesundheitsindizes wie

Morbidität, ärztliche Diagnosen, Krankenhausaufenthalt, Beschwerdeshäufigkeit, Krankheitsausfalltage, Daten zu Unfällen und Verwundungen, Seh- und Hörstörungen, Zahnstatus, Blutdruck, Blutwerte, Urinwerte, anthropometrische Daten wie Gewicht und Größe möglich. Gesundheitssurveys, bei denen gleichzeitig auch eine medizinische Untersuchung der Probanden erfolgt, haben zusätzlich den Vorteil, mit Hilfe standardisiert erhobener Meßdaten die in Fragebögen gesammelten subjektiven Angaben der Probanden zu ergänzen und zu validieren.

- *Nachteile:*

Hoher finanzieller und zeitlicher Aufwand, komplexe Logistik, Schwierigkeiten der Probandengewinnung. Bei dem Interviewteil werden subjektiv gefärbte Antworten erfaßt; allerdings ist für viele Daten die Person selbst die beste Quelle (demographische, sozial-ökonomische Aspekte, Auswirkung von Krankheiten auf Lebensumstände, subjektives Wohlergehen). Wegen der limitierten Probandenzahl werden relativ seltene Krankheiten nicht hinreichend genau erfaßt und können damit auch nicht in Zusammenhang mit Risikoindikatoren gebracht werden. Entsprechende Krankheitsregister sind somit als Ergänzung erforderlich. Die Nachteile sind aber insgesamt gering im Vergleich zu dem Wert der standardisiert und repräsentativ erhobenen Daten.

2.4.1.7 Beobachtungspraxen

Beobachtungspraxen, im Englischen als 'sentinels' (d.h. Wächter) bezeichnet, liefern bestimmte, vorher vereinbarte Informationen über die sie in einem definierten Zeitraum (Tag, Woche, Monat) aufsuchenden Patienten, z.B. deren Beschwerden, Befunde oder Diagnosen, an eine zentrale Sammelstelle. Entscheidend ist dabei die Häufigkeit von in einer Praxis pro Tag, Woche usw. beobachteten klinischen Daten. Durch ein zweckmäßig konzipiertes Netz von Beobachtungspraxen wird eine zeitnahe Überwachung des Gesundheitszustandes eines Teils der Bevölkerung ermöglicht. Für umwelt-epidemiologische Fragestellungen liegen Erfahrungen aus dem Modellversuch MORBUS der Ärztekammer Niedersachsen und aus zwei Beobachtungspraxenprojekten mit Kinderärzten in Hamburg vor.

- *Vorteile:*

Gezielte und zusätzliche Erfassung von Daten zu spezifischen Erkrankungen (aus Gründen der statistischen Datenerhebung sucht niemand medizinische Einrichtungen auf). Durch den Rückgriff auf bestehende Versorgungsstrukturen entsteht lediglich ein geringer zusätzlicher Kostenaufwand. Medizinische Aktivitäten und Inanspruchnahme der Einrichtung sind hieraus gut zu schätzen. Mit einfachen Mitteln können personenbezogene Informationen nicht nur über Krankheitsereignisse, sondern auch über frühe und subjektiv definierte Gesundheitsstörungen erhoben werden.

- *Nachteile:*

Methoden variieren je nach Ziel der Studie und den einbezogenen Institutionen. In der Regel werden Häufigkeiten in aggregierter Form und nicht Individualdaten erfaßt. Differenzen durch unterschiedliche ärztliche Praxis (Untersucherinteressen und -effekte) mindern die Vergleichbarkeit. Wie alle

Datenquellen, die Informationen über medizinische Einrichtungen erfassen, werden Personen, die diese Leistungen trotz Symptomen oder Beschwerden nicht in Anspruch nehmen, nicht erfasst (sog. klinischer Eisberg). Der Aufwand ist abhängig von der Kooperationsbereitschaft der Institutionen und Ärzte. Validität und Repräsentativität sind schwer nachprüfbar. Zusammenhänge mit umweltbezogenen und in der Regel nicht mitgemessenen Faktoren können nur über zusätzliche Befragungen ermittelt werden. Unsicher ist auch insbesondere die Bezugspopulation, da Einzugsgebiete von Arztpraxen im deutschen Versorgungssystem (freie Arztwahl) nicht klar definierbar sind.

2.4.2 Verfügbare Umweltdaten

2.4.2.1 „Daten zur Umwelt“ (UBA)

Das Umweltbundesamt veröffentlicht regelmäßig alle 4 Jahre (zuletzt 1997) in aggregierter Form „Daten zur Umwelt - Der Zustand der Umwelt in Deutschland“. Periodisch zur Verfügung stehende und auf Datenbanken vorliegende Datensammlungen des Bundes und der Länder hinsichtlich Wasser, Boden, Luft, Lärm, Abfall, Umweltradioaktivität und Strahlenbelastung sowie weiterer Umweltbereiche werden zur Darstellung der Umweltsituation in Deutschland zusammengestellt. Auf Grund von über 200.000 Einzelinformationen wird ein umfassendes Bild der Umweltsituation in Deutschland vermittelt. Gesundheitliche Gefährdungen können pauschal abgeschätzt werden, z.B. hinsichtlich der durchschnittlichen Verkehrslärm- oder Luftbelastung.

- *Vorteile:*

Grobes, allerdings auch regional differenzierbares Bild der Umweltbelastung anhand relevanter Umweltindikatoren. Grundsätzlich stehen die Daten auch für differenziertere Auswertungen zur Verfügung.

- *Nachteile:*

Die Datenerhebung richtet sich nach den Bedürfnissen des Umweltschutzes (z.B. Bezug zu besonderen Emittenten, zu besonders belasteten Regionen). Ein Bezug zur exponierten Bevölkerung ist nur pauschal möglich. Nur in Teilbereichen kann eine Verknüpfung mit anderweitig erhobenen gesundheitsstatistischen Daten (s.o.) im Sinne des Vergleichs von aggregierten Datensätzen vorgenommen werden (z.B. regionale Krebsmortalität und regionale Strahlenbelastung), um Ansatzpunkte für gezielte umweltepidemiologische Studien zu gewinnen.

2.4.2.2 Umwelt-Survey

Der Begriff Umwelt-Survey wird in Deutschland für repräsentative Bevölkerungserhebungen verwendet, die die korporalen Schadstoffbelastungen (Humanbiomonitoring) und die Stoffbelastungen im häuslichen Bereich erfassen. Die Erhebungen dienen u.a. zur Schaffung von bundeseinheitlichen Vergleichswerten (Hintergrundbelastung).

- *Vorteile:*

Bereitstellung repräsentativer Daten für eine gesundheitsbezogene Umweltberichterstattung auf nationaler Ebene. Durch regelmäßige Wiederholung ist die Beschreibung zeitlicher Trends bei der Schadstoffbelastung der Bevölkerung möglich. Die repräsentative Datengrundlage ermöglicht auch, die Auswirkungen bestimmter umweltpolitischer Maßnahmen zu überprüfen.

- *Nachteile:*

Siehe Gesundheitssurvey (Kapitel 2.4.1.6). Die randomisierte Probandenauswahl bedingt, daß seltene oder extreme Expositionssituationen kaum oder nicht erfaßt werden und der Beitrag hoch exponierter Personen relativ gering ist. Die Nachteile sind aber insgesamt gering im Vergleich zu dem hohen Nutzen der Daten einerseits für die Kenntnis der Belastungssituation der Bevölkerung und andererseits für die Erfüllung deutscher Berichtsverpflichtungen im Rahmen verschiedener internationaler Programme.

2.4.3 Vorliegende Daten zum Zusammenhang von Umwelt und Gesundheit

2.4.3.1 Die Nationalen Gesundheitssurveys und der Gesundheitssurvey Ost

Im Rahmen der Deutschen Herz-Kreislauf-Präventionsstudie (DHP⁴) wurden unter der Bezeichnung „Nationaler Gesundheitssurvey“ in den Jahren 1984-1986 (NUS T0) und 1987-1989 (NUS T1) sowie 1990-1991 (NUS T2) repräsentative Stichproben der bundesdeutschen Bevölkerung einer standardisierten Untersuchung und einer umfangreichen Befragung zu gesundheitsrelevanten Themen unterzogen. Mit weitgehend gleicher Methodik wurde auch in den neuen Bundesländern 1991/92 der Gesundheitssurvey Ost (Survey Ost) durchgeführt.

Finanziert wurden die Studien durch das Bundesministerium für Forschung und Technologie (NUS T0-T2) und durch das Bundesministerium für Gesundheit (Survey Ost). Im Auftrag des ehemaligen Institutes für Sozialmedizin und Epidemiologie des Bundesgesundheitsamtes (SozEp/BGA) (heute: Robert Koch-Institut) wurden die Datenerhebung und die Grundausswertung von Infratest Gesundheitsforschung München (NUS T0-T2) und dem Zentrum für epidemiologische Gesundheitsforschung Berlin (Survey Ost) vorgenommen.

Stichproben: Die Grundgesamtheit der Nationalen Gesundheitssurveys bilden alle Deutschen in den alten Bundesländern im Alter von 25 bis 69 Jahren, im Gesundheitssurvey Ost alle Deutschen in den neuen Bundesländern im Alter von 18 bis 79 Jahren. Die Auswahl der Erhebungseinheiten erfolgte in einer mehrfach geschichteten zweistufigen Zufallsstichprobe mit gleichen Auswahlwahrscheinlich-

⁴ Die DHP ist ein multizentrisches Forschungsprojekt, in dem die praktische Anwendbarkeit wissenschaftlich begründeter primärpräventiver Maßnahmen und Programme zur Bekämpfung ischämischer Herzkrankheiten und der Herzinfarkte / Schlaganfälle in ausgewählten Studiengemeinden nachgewiesen werden sollte. Die Nationalen Gesundheitssurveys (NUS T0-T2) dienten hierbei als Referenzpopulation.

keiten. Die erste Stufe der Zufallsstichprobenziehung bestand in der Auswahl der Gemeinden, geschichtet nach den Merkmalen Bundesland, Regierungsbezirk und politische Gemeindegrößenklasse. In jeder Erhebungsrunde der Nationalen Gesundheitssurveys wurden 100 Erhebungspunkte in den alten Bundesländern, beim Gesundheitssurvey Ost 50 Erhebungspunkte in den neuen Ländern zufällig ausgewählt. Die zweite Stufe der Zufallsstichprobenziehung war die Auswahl der Probanden nach Geschlecht und Alter in den Erhebungspunkten. Bei einer Responserate von ca. 70% ergaben sich die in der Tabelle 3 dargestellten realisierten Nettostichproben.

Tab. 3: Nettostichproben der Nationalen Gesundheitssurveys und des Gesundheitssurvey Ost

	Insgesamt	Männer	Frauen
NUS T0 (1984 - 1986)	4790	2417	2373
NUS T1 (1987 - 1989)	5335	2649	2686
NUS T2 (1990 - 1991)	5311	2688	2623
Survey Ost (1991 - 1992)	2617	1223	1394

Studiendesign und Erhebungsinstrumente: Der erste Nationale Gesundheitssurvey (1984-1986) bestand aus dem Nationalen Untersuchungssurvey und dem Nationalen Befragungssurvey. Im Nationalen Untersuchungssurvey wurden die Probanden einer einheitlichen standardisierten medizinischen Untersuchung und Befragung unterzogen, im Nationalen Befragungssurvey wurden weitere 11.000 Personen nur befragt. Neben der Gewinnung von Daten aus einer zusätzlichen Stichprobe diente dieses Vorgehen vorrangig der Reliabilitätsprüfung der Fragebogenitems. Der Vergleich der Fragebogenangaben zwischen den beiden Stichproben ergab einen hohen Grad der Übereinstimmung, so daß das Erhebungsinstrument als geeignet angesehen werden konnte. In den folgenden Durchgängen der Gesundheitssurveys wurde deshalb auf einen zusätzlichen Befragungssurvey verzichtet.

In den Gesundheitssurveys wurden zwei zentrale Erhebungsinstrumente eingesetzt. Mit dem Fragebogen zu „Leben und Gesundheit in Deutschland“ wurden Angaben zu den Komplexen Demographie, Verhalten, Lebensbedingungen und Krankheiten erfaßt. Die medizinische Untersuchung beinhaltete die Messung von Blutdruck- und Pulsfrequenz, von Körpergröße und -gewicht sowie die Prüfung der Lungenfunktion. Anhand von Blut- bzw. Serum- und Urinproben wurden mehr als 40 Laborwerte (u.a. Cholesterin, Glukose, Gesamteiweiß, Hämoglobin, Eisen, Magnesium, Thiocyanat, Phosphat) bestimmt. Parallel zu den Daten der Gesundheitssurveys wurden in den alten und neuen Bundesländern Angaben zum Arzneimittelverbrauch und zur Arzneimittelverträglichkeit gewonnen.

Beim Umweltsurvey wurden an Teilstichproben der Nationalen Gesundheitssurveys T0, T2 und des Survey Ost Umweltbelastungen erfragt sowie Blut-, Urin, Trinkwasser-, Wasser- und Luftproben zur objektiven Beurteilung von Umweltbedingungen analysiert. Der Umweltsurvey liefert für die Allgemeinbevölkerung der analysierten Altersgruppen repräsentative Angaben über die korporale Schadstoffexposition (Blut, Urin, Haare) und die Schadstoffbelastung in den dazugehörigen Wohnungen (Innenraumluft, Hausstaub, Trinkwasser).

Im Rahmen des Survey Ost wurde die „Ernährungsstudie Ost“ zur Abschätzung der Ernährungssituation und der ernährungsbedingten Schadstoffaufnahme in den neuen Bundesländern durchgeführt. Zur Bestimmung der Ernährungssituation und Berechnung der Nährstoffaufnahme wurde für eine Subpopulation von ca. 1.900 Personen das computergestützte Interview (Diet-History) als Erhebungsinstrument eingesetzt.

Ergebnisse und Schlußfolgerungen: Als Ergebnisse der Gesundheitssurveys stehen neben Angaben über die Häufigkeit, mit der bestimmte Krankheiten, Krankheitsmerkmale, Risikofaktoren, Beschwerden sowie gesundheitsrelevante Lebensbedingungen und Verhaltensweisen in der Bevölkerung vorkommen, auch Daten zur Inanspruchnahme medizinischer Leistungen, zum Medikamentenkonsum und zu Arzneimittelnebenwirkungen sowie zu wesentlichen labor diagnostischen und medizinischen Meßgrößen zur Verfügung. Durch diese Meßgrößen läßt sich eine Vielzahl von Fragebogendaten auf ihre Plausibilität überprüfen. Die wiederholte Durchführung der Gesundheitssurveys gestattet die Beurteilung von Morbiditätstrends. Die Anwendung des gleichen Studiendesigns in Ost- und Westdeutschland ermöglicht neben der Einschätzung regionaler Unterschiede eine gesamtdeutsche Darstellung des Gesundheitszustandes und des Gesundheitsverhaltens.

Mit den Nationalen Gesundheitssurveys wurde eine für die Bundesrepublik Deutschland neuartige Quelle der Morbiditätsstatistik geschaffen. Ein besonderer Vorteil der Surveydaten, der mit traditionellen gesundheitsstatistischen Mitteln nicht zu erreichen gewesen wäre, besteht in der individuellen Verknüpfbarkeit der Daten. Damit schließen Gesundheitssurveys bestehende Informationslücken der Medizinalstatistik und stellen eine wesentliche Grundlage für die Gesundheitsberichterstattung dar. Die Daten der Gesundheitssurveys stehen der wissenschaftlichen Öffentlichkeit als Public Use Files zur Verfügung. Diese dienen hauptsächlich Sekundäranalysen, werden aber auch häufig zum Ergebnisvergleich mit anderen Studien herangezogen.

Die Kopplung des Umweltsurveys an den jeweiligen Gesundheitssurvey erlaubt es, auf individueller Ebene Daten der korporalen Schadstoffbelastung (Human-Biomonitoring) mit Gesundheitsdaten aus der Anamnese, Ergebnissen medizinischer und labor diagnostischer Untersuchungen zu vergleichen. Stellvertretend sei hier die Analyse des Cadmiumgehaltes im Blut unter Berücksichtigung der gesundheitsrelevanten Verhaltensvariablen „Rauchen“ genannt. Als Beispiel für die Verbindung von Labor- und umweltmedizinischer Diagnostik läßt sich die Bestimmung des Bleigehaltes unter Kontrolle des Wertes für das Zellpackungsvolumen anführen.

Durch die standardisierte Arzneimittelanamnese eines jeden Probanden besteht die Möglichkeit, Aussagen auch zu Arzneimittelwirkstoffen oder Hilfsstoffen zu machen, die bei der Ermittlung der Umweltbelastung der Studienteilnehmer die Ergebnisse verfälschen könnten. So ist z.B. bei der Beurteilung des Kupfergehaltes im Blut/Urin von Frauen die Einnahme hormonaler Kontrazeptiva zu berücksichtigen, beim Chromgehalt im Urin das Vorliegen eines insulinpflichtigen Diabetes mellitus.

Durch die Ernährungserhebung im Umweltsurvey war eine Quantifizierung der korporalen Schadstoffbelastung über den Nahrungspfad möglich. Gleichzeitig erfolgte durch die bevölkerungsrepräsentative Erfassung des Ernährungsverhaltens eine grobe Einschätzung der Schadstoffbelastung über die Nahrung. Die Anbindung von Ernährungserhebungen und Umweltsurveys an die Gesundheitssur-

veys ermöglicht zusätzlich die Ermittlung von Korrelationen mit klinischen und labordiagnostischen Parametern sowie mit anamnestischen Angaben zu Krankheiten. So sind z.B. die Arsen- und Quecksilberwerte höher bei kurz vor der Probenentnahme erfolgtem Fischkonsum. Weiterhin konnte eine Beziehung zwischen dem Nitratgehalt im Urin und dem Verzehr von Salat und Gemüse bestätigt werden.

Zur Einschätzung der gesundheitlichen Lage in Deutschland haben sich Gesundheitssurveys somit als eine wesentliche Informationsquelle erwiesen. Um Entwicklungen beurteilen zu können, sollten sie in regelmäßigen Abständen und mit weitgehend gleicher Methodik wiederholt werden. In Abhängigkeit von aktuellen gesundheitspolitischen Fragestellungen erlaubt das Studiendesign die flexible Erweiterung um entsprechende Surveymodule. Vorteile eines solchen Vorgehens bestehen in der effizienten Nutzung finanzieller Ressourcen und in der zusätzlichen Einbindung externen Sachverständigen.

2.4.3.2 Umwelt-Surveys

Ein vorbeugender Gesundheitsschutz und die wissenschaftliche Bearbeitung von Fragen zu gesundheitlichen Belangen des Umweltschutzes bedürfen der laufenden Beobachtung der Stoffbelastung der Bevölkerung und deren Einflußfaktoren. Bis Ende der 80er Jahre stammten die verfügbaren Kenntnisse zur Abschätzung der Belastung des Menschen mit bestimmten, aus verschiedenen Medien aufgenommenen Umweltschadstoffen praktisch ausschließlich aus Arbeitsplatzuntersuchungen oder aus Einzelstudien an bestimmten ausgewählten Kollektiven (z.B. sogenannte Hot-Spot-Untersuchungen, etwa in der Umgebung größerer Emittenten). Beginnend in der Mitte der 80er Jahre, wurden im Rahmen des Umweltforschungsplans (UFOPLAN) des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit drei Forschungsprojekte, die sogenannten „Umwelt-Surveys“, finanziert. Sie dienten der Ermittlung und Aktualisierung von repräsentativen Daten über die bestehenden korporalen Schadstoffbelastungen und das Schadstoffvorkommen im häuslichen Bereich der deutschen Bevölkerung (Altersgruppen zwischen 6 und 14 und zwischen 25 und 69 Jahren).

Mit diesen Erhebungen wurden erstmalig (auch international) repräsentative Daten über eine breite Schadstoffpalette gewonnen. Die Ergebnisse waren und sind für die Arbeit der zuständigen Behörden im Bereich des Bundes, der Länder und der Gemeinden zur Erfolgskontrolle umweltpolitischer Maßnahmen und als Datenbasis für die Bearbeitung von umweltmedizinischen Problemen von hohem Nutzen. Stichwortartig lassen sich die Ziele der Umweltsurveys wie folgt zusammenfassen:

- Bereitstellung von Vergleichs- und Referenzwerten
- Verbesserung der umweltepidemiologischen Datenlage in Deutschland
- Überprüfung gesundheits- und umweltpolitischer Maßnahmen
- Bereitstellung von Daten zur gesundheitsbezogenen Umweltberichterstattung

Erhebungszeiträume: Zum ersten Mal wurde der Umwelt-Survey 1985/86 in der damaligen Bundesrepublik Deutschland in Anbindung an den Nationalen Gesundheitssurvey der Deutschen Herz-

Kreislauf-Präventionsstudie (DHP) durchgeführt (s. oben). In den Jahren 1990/91 konnte eine weitere Erhebung des Umwelt-Surveys in den alten Ländern (wieder in Anbindung an den Nationalen Gesundheits-Survey der DHP) und zum ersten Mal 1991/92 auch in den neuen Ländern in Anbindung an den dortigen Gesundheits-Survey vorgenommen werden. In diese beiden zuletzt genannten Erhebungen wurden darüber auch Kinder/Jugendliche, die in den Haushalten der untersuchten Probanden lebten, einbezogen.

Stichproben: Ausgangspunkt für die Stichproben der Umwelt-Surveys waren die Stichproben des Nationalen Gesundheitssurveys der DHP in den alten Ländern und die Stichprobe des Gesundheits-surveys in den neuen Ländern. Die Grundgesamtheit für die Ziehung der Stichproben war für alle Surveys die deutsche Wohnbevölkerung in den entsprechenden Altersgruppen, die während der Befragungs- bzw. Untersuchungszeiträume in Privathaushalten lebten und in Einwohnermeldekarteien registriert waren. In den Jahren 1990 - 1992 wurden neben diesen Stichproben der Erwachsenen auch Kinder/Jugendliche (6- bis 14jährige in den alten Ländern und 6- bis 17jährige in den neuen Ländern) in die Untersuchungen der Umwelt-Surveys einbezogen. Es wurden dabei ausschließlich Kinder und Jugendliche untersucht die im Haushalt der erwachsenen Probanden lebten.

Erhebungsinstrumentarium: Mit unterschiedlichen Fragebögen wurden zur Interpretation der Meßdaten und zur Schaffung von Vergleichswerten - u.a. für bezüglich bestimmter Belastungen definierte Teilpopulationen - neben soziodemographischen Angaben auch potentielle zusätzliche Einflußgrößen, „konfundierende“ Faktoren, (z.B. Rauchen, Ernährung, Anzahl und Alter von Zahnfüllungen mit Amalgam) und Expositionssituationen (z. B. Wohngebiet, Heizungsart, Bebauungsart) erfaßt. Den Probanden wurden Proben von Venenblut, Morgenurin und Kopfhair entnommen. Zur Analyse der Exposition im häuslichen Bereich, gegenüber flüchtigen organischen Verbindungen sowie gegenüber Spurenelementen und Schadstoffen in der Nahrung wurden weitere Proben gewonnen. Sie bestanden in Hausstaubniederschlags-Proben (Sammlung des sedimentierten Hausstaubs während eines Jahres in einem normierten Becher), Proben von Staubsaugerbeutelinhalt, Proben des häuslichen Trinkwassers, des Stagnationswassers aus den häuslichen Wasserleitungen, Trinkwasserproben der lokalen Wasserwerke und Staubbiederschlagsproben der Außenluft. Bei Teilstichproben wurden 14 Tage lang Passivsammler in der Wohnung ausgebracht, und bei einer anderen Stichprobe die personenbezogene Umgebungsluft gemessen sowie über sieben Tage Aufenthaltsorte und Tätigkeiten protokolliert. Eine weitere Teilstichprobe der Probanden sammelte ein 24h-Duplikat der verzehrfertigen Nahrung einschließlich der Getränke und führte ein dazugehöriges 24h-Protokoll über Art und Menge der verzehrten Nahrung. Wesentliches Ziel war es, durch die Analyse der Duplikate die Menge der zugeführten Schadstoffe zu bestimmen. Die Durchführung von Diet-History-Interviews an derselben Teilstichprobe lieferte darüber hinaus Daten zum Ernährungsverhalten in den zurückliegenden 4 Wochen.

Meßparameter: In den Proben wurde eine Vielzahl von Parametern untersucht. Im wesentlichen handelte es sich um die Gehalte verschiedener Metalle (Al, As, Ba, Pb, Cd, Ca, Cr, Cu, Mg, Hg, Sr, Zn), Phosphor, PCP, Nikotin und Cotinin in dafür geeigneten Körpermedien, vor allem in Haaren, z.T. im Urin und für einige Parameter auch im Blut. Mit Ausnahme von Nikotin und Cotinin wurden diese und einige zusätzliche Stoffe auch in den Umweltproben aus dem häuslichen Bereich (z.B. Lindan

und in einer Teilstichprobe Pyrethroide im Hausstaub) analysiert. In der Wohnraumlufte wurden in einer Unterstichprobe 50 - 70 leichtflüchtige Substanzen sowie Formaldehyd bestimmt und in den Nahrungsmitteln zusätzlich zu den genannten Spurenelementen auch Nitrit und Nitrat.

Durchführung der Feldstudie: Die Organisation und Durchführung der Feldarbeit der Umwelt-Surveys erfolgte in Anbindung an die Gesundheits-Surveys. Die Fragebogenerhebungen und die Probenahmen incl. Aufstellung des Staubsammelbeckers sollten je Erhebung möglichst ein Kalenderjahr andauern, um saisonale Effekte auszugleichen. Geeignete Routenpläne sollten gewährleisten, daß regionale Effekte nicht durch saisonale Einflüsse überlagert werden,

Datenauswertung und Darstellung: Der Schwerpunkt der statistischen Datenauswertung ist im Hinblick auf das Hauptziel der Umwelt-Surveys die Ermittlung und Aktualisierung repräsentativer Daten über die bestehenden Schadstoffbelastungen der deutschen Wohnbevölkerung. Das bedeutet, daß die Verteilungen der Stoffe in den jeweiligen Medien sowohl für die Bevölkerung in Deutschland als auch für die Bevölkerung in den alten und neuen Ländern tabellarisch unter Angabe diverser statistischer Kennwerte dargestellt werden. Darüber hinaus werden die Verteilungen unterteilt nach Lebensalter, Geschlecht, Gemeindegrößenklassen, Rauchstatus, Schulabschluß, Berufstätigkeit und nach stoffspezifischen Merkmalen, die von allgemeinem Interesse bzw. bereits in der Literatur beschrieben sind (z.B. Quecksilbergehalt im Urin nach der Anzahl der Zähne mit Amalgamfüllungen, Bleigehalt im Blut nach der täglichen Aufenthaltszeit in motorisierten Fahrzeugen). Eine Publikation der Substanzgehalte in Blut, Urin, Haaren, Trinkwasser und Hausstaub der deutschen Wohnbevölkerung in den Jahren 1990/92 incl. textlicher Interpretationen und eines Vergleichs mit der internationalen Literatur erfolgt themenorientiert in einer Schriftenreihe des Instituts für Wasser-, Boden- und Lufthygiene des Umweltbundesamtes.

Zusammenfassende Bewertung: Die Ergebnisse tragen entscheidend zu einer bundeseinheitlichen Vorgehensweise bei Bewertungsfragen bei. So konnte die Kommission „Human-Biomonitoring“ des Umweltbundesamtes insbesondere aufgrund der Daten des Umwelt-Surveys Referenzwerte für Blei im Blut, Cadmium im Blut und Urin, Quecksilber im Blut und Urin, PCP im Blut und Urin und PCB im Blut festlegen. Eine Teilstichprobe der Probanden sammelte ein 24h-Duplikat der verzehrfertigen Nahrung einschließlich der Getränke und führte ein dazugehöriges 24h-Protokoll über Art und Menge der verzehrten Nahrung. Wesentliches Ziel war es, durch die Analyse der Duplikate die Menge der zugeführten Schadstoffe zu bestimmen. Die Durchführung von Diet-History-Interviews an derselben Teilstichprobe lieferte darüber hinaus Daten zum Ernährungsverhalten in den zurückliegenden 4 Wochen und ermöglichte einen Vergleich der Aussagequalität von Ergebnissen verschiedener Ernährungserhebungsmethoden (24h-Protokoll, Diet-History-Interview, Food Frequency aus dem NUS-Fragebogen). Neben der Bereitstellung von Vergleichs- und Referenzwerten konnten mit den Daten der Umwelt-Surveys erstmalig auf repräsentativer Basis ein Rückgang von Belastungen für die Bevölkerung der alten Bundesländer quantifiziert bzw. die an kleineren Studien beobachteten Trends bestätigt werden. Hierzu gehören z.B. der Rückgang der Bleigehalte im Blut als Folge des Benzin-Blei-Gesetzes, der Rückgang der Cadmium-Belastung infolge der Auswirkungen emissionsmindernder Maßnahmen und der Klärschlammverordnung und der Rückgang der PCP-Belastung infolge industrieller Selbstbeschränkung und der PCP-Verbotsverordnung. Untersuchungen wie die

Umwelt-Surveys geben aber auch frühzeitig Hinweise auf einen tendenziellen Belastungsanstieg, der möglicherweise auf Substitutionsmaßnahmen zurückzuführen ist. Als ein Beispiel dafür kann die Erhöhung der Werte für Pyrethroide im Hausstaub angesehen werden, die von 1985/86 zu 1990/92 zu beobachten war.

Ferner wurden bei einigen Prozent der Bevölkerung deutlich erhöhte Schadstoffbelastungen beobachtet, so daß - falls die Belastungen einen dauerhaften Zustand darstellen - eine gesundheitliche Gefährdung nicht auszuschließen ist. Auf der Basis der Umweltsurveydaten ergab sich die Notwendigkeit weiterer Maßnahmen zur Verminderung bestimmter Belastungen im Sinne des vorbeugenden Gesundheitsschutzes, wie z.B.

- der Austausch von Bleirohren der Trinkwasserinstallation,
- die weitere Reduzierung der durch den Kfz-Verkehr bedingten Blei- und Benzolmission, der Ersatz noch bestehender Holz-/Kohleöfen-Heizungen in Ballungsgebieten durch schadstoffarme Heizsysteme,
- die weitere Reduzierung der Lösemittelanteile in Farben, Lacken, Klebern, Druckerzeugnissen,
- die Reduzierung des Umganges mit und die Kennzeichnung von biozidhaltigen Produkten
- die weitere Verringerung des Gebrauches von Amalgam in der Zahnmedizin, insbesondere bei Kindern.

Dieses Ergebnis spiegelt die Zeit bis 1992 wider. Zwischenzeitlich wurden entsprechende Maßnahmen eingeleitet. Beispielsweise ist seit 1997 in Deutschland nur noch bleifreies Benzin erhältlich (siehe Kapitel 3).

Hohe Expositionen am Arbeitsplatz gegenüber physikalischen und chemischen Noxen kommen erfreulicherweise immer seltener vor. Dennoch wurde der Arbeitsplatz, insbesondere bei einigen flüchtigen organischen Verbindungen, als wesentlicher Belastungsfaktor ermittelt, so daß auch hier Minimierungsmaßnahmen weiterhin angezeigt bleiben.

Neben den Minimierungsmöglichkeiten durch administrative Regelungen sind verstärkte Verbraucherrinformationen angezeigt, damit individuelle Verhaltensänderungen zur Expositionsminderung beitragen können. Wie die Ergebnisse der Umwelt-Surveys verdeutlichen, sind der Tabak- und Alkoholkonsum eine wesentliche Belastungsquelle. Aufklärungsarbeit ist aber auch erforderlich für im Haushalt verwendete Chemikalien und Produkte, wie z.B. Reinigungsmittel oder lösemittelhaltige Hobbymaterialien.

Für die **gesundheitsbezogene Umweltberichterstattung** des Bundes bilden die Ergebnisse der Umwelt-Surveys zur korporalen Belastung und zum Schadstoffgehalt des Trinkwassers die derzeit wichtigste Grundlage. Ähnliches gilt auch für flüchtige organische Verbindungen im Innenraum und für die Hausstaubbelastung mit Schwermetallen und Bioziden. Aus Mangel an soliden repräsentativen Daten über die tatsächlich mit Trinkwasser und Nahrung aufgenommenen Schadstoffmengen mußten Risikoabschätzungen bisher konservativ vorsichtig vorgenommen werden. Die Daten des Umwelt-Surveys ermöglichen nun realistischere Angaben über Zufuhraten von einigen Schadstoffen und

Spurenelementen, die über die gesamte Nahrung bzw. getrennt über das Trinkwasser aufgenommen werden. Der Umwelt-Survey 1990/91 hat z.B. gezeigt, daß die Schadstoffzufuhr (As, Pb, Cd, Hg und Nitrat) über die verzehrsfertige Nahrung deutlich niedriger ist als bisher angenommen und deutlich unterhalb der von der WHO als tolerierbar empfohlenen PTWI- bzw. ADI-Werte liegt.

Ein nicht zu unterschätzender Wert der Umwelt-Surveys liegt auch in ihrer Aussagekraft hinsichtlich eines Vergleichs der Lebensbedingungen in den alten bzw. den neuen Bundesländern. Mit den Surveys 1990/91 und 1991/92 wurden frühzeitig nach der Wiedervereinigung die Grundlagen dafür geschaffen, daß die Entwicklung zu gleichen Verhältnissen in beiden Landesteilen weiter verfolgt werden kann. Mit den bereits jetzt vorliegenden Daten können die im Falle einiger Schwermetalle und von Lindan vermuteten höheren Belastungen der Bevölkerung der neuen Bundesländer quantifiziert werden, aber es zeigten sich im Vergleich dort auch niedrigere Belastungen, z.B. bei PCP.

Der Umwelt-Survey hat sich seit mehr als 10 Jahren als Forschungsvorhaben bewährt und sollte als Routineaufgabe fortgeführt werden. Durch Fortschreibung und Aktualisierung des Umwelt-Surveys in regelmäßigen Abständen im Rahmen der gesundheitsbezogenen Umweltforschung ergibt sich die Möglichkeit zu überprüfen, ob sich die aufgezeigten positiven, aber auch negativen Entwicklungen hinsichtlich der Belastung durch bestimmte Schadstoffe fortsetzen. Darüber hinaus besteht im Rahmen weiterer Erhebungen auch die Möglichkeit, weitere oder andere Stoffe in die Untersuchungen einzubeziehen, deren Umweltrelevanz erst in jüngster Zeit diskutiert wird, z. B. Platinverbindungen als Bestandteile von Abgaskatalysatoren in Kraftfahrzeugen und Clofibrinsäure bzw. Fenofibrinsäure als Rückstände von Tierarzneimitteln.

2.4.3.3 Spontanmeldesystem von Gesundheitsstörungen durch Chemikalien

In einer modernen Industriegesellschaft ist die Allgemeinbevölkerung im täglichen Leben, sowohl im Privatbereich als auch am Arbeitsplatz, einer großen Zahl von chemischen Stoffen ausgesetzt. Systematisch aufbereitete Erkenntnisse über unerwünschte Wirkungen von Chemikalien bzw. über Vergiftungsfälle sind als Ergänzung zu Tierexperimenten für die Beurteilung des Gesundheitsrisikos von besonderem Wert. Manchmal bietet sich durch eine derartige Datensammlung die Möglichkeit, einen Interspeziesvergleich in einem kleinen Ausschnitt der toxikologischen Prüfungsprozedur unter Einbeziehung von Beobachtungen am Menschen vorzunehmen. Das ist hilfreich, weil die Unsicherheit bei der Extrapolation von der experimentellen Prüfung auf den Menschen etwas gemildert werden kann. Durch Gesetz sind Ärzte seit 1990 verpflichtet, Fälle von Gesundheitsbeeinträchtigungen durch Chemikalien („Vergiftungsfälle“) an eine zentrale Stelle melden, damit sie dort ausgewertet werden können. Für diese Aufgaben wurde seit Mitte 1992 im jetzigen Bundesinstitut für gesundheitlichen Verbraucherschutz und Veterinärmedizin ein Fachgebiet eingerichtet. Meldepflichtig nach dem Chemikaliengesetz sind Erkrankungen und Verdachtsfälle von Erkrankungen durch chemische Stoffe und Produkte im Haushaltsbereich (z.B. Wasch-, Putz- und Reinigungsmittel, Hobby- und Heimwerkerartikel), Pflanzenschutzmittel, Schädlingsbekämpfungsmittel, Holzschutzmittel, beruflich verwendete Chemikalien und gesundheitsschädigende Stoffe aus der Umwelt.

Zu den Datenbasen zur Abschätzung unerwünschter Wirkungen von Chemikalien gehören in Deutschland die gesetzlich vorgeschriebenen Mitteilungen von Vergiftungen nach § 16e, Abs. 2 ChemG und die dokumentierten Anfragen zu Vergiftungen in den Giftinformationszentren. In beiden Fällen handelt es sich um Spontanerfassungssysteme, die kein vollständiges Abbild des „Vergiftungsgeschehens in der Bundesrepublik Deutschland“ vermitteln können und damit auch keine Aussage zur Prävalenz oder Inzidenz von Vergiftungen ermöglichen. Ein solches System ist in der Lage, kostengünstig auf relevante Probleme aufmerksam zu machen. Schwerwiegende Gesundheitsstörungen durch einzelne Produkte oder Stoffe, wie z.B. durch Insektizide, Reinigungsmittel, Lampenöle, Geschirrspülmaschinenreiniger, Verdüner, Klebstoffe, u.a. können frühzeitig erfaßt werden und rechtzeitig zum Vorschlag von Maßnahmen verwendet werden.

2.4.3.4 Bank für Human-Organproben der Umweltprobenbank des Bundes

Die Umweltprobenbank des Bundes ist eine Daueraufgabe unter der Gesamtverantwortung des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit und der administrativen Koordination des Umweltbundesamtes. Die Bank für Human-Organproben dokumentiert innerhalb der Umweltprobenbank des Bundes die den Menschen direkt betreffenden Einflüsse. Diese Einflüsse werden sowohl in der Dokumentation der Lebensumstände als auch durch analytische Untersuchungen festgehalten und bewahrt. Alle anamnestischen Daten sowie Informationen zur Person und zur Probencharakterisierung der Human-Organproben, einschließlich der Analysenwerte, werden unter Gewährleistung der entsprechenden Datenschutzbestimmungen in der angegliederten Datenbank verwaltet.

Die Zielsetzung und Aufgaben der Bank für Human-Organproben der Umweltprobenbank des Bundes bestehen in der

- Gewinnung und Aufstellung von Durchschnittsbelastungswerten („Normwerten“) organischer und anorganischer Schad-/Fremdstoffe für den Menschen, die durch fortlaufende Analyse und Bewertung *Erfolgskontrollen* gesetzlich veranlaßter Verbots- und Beschränkungsmaßnahmen ermöglichen;
- Kontrolle (*Kurzzeit-Trendanalyse*) von organischen und anorganischen Schad-/Fremdstoffen, die in bestimmten Zeitabschnitten aus vergleichbaren Kollektiven erhalten wurden (Real-Time-Monitoring RTM);
- laufenden *Überwachung* der Konzentration gegenwärtig bekannter Schad-/Fremdstoffe sowie der Erstellung von Korrelationen zwischen Erkrankungshäufigkeit und Schad-/Fremdstoffkonzentrationen;
- *Auffindung und Bestimmung von Schad-/Fremdstoffen*, die für den Menschen relevant sind, jedoch zum Zeitpunkt der Probeneinlagerung noch nicht bekannt oder als solche auch durch mangelnde analytische Möglichkeiten nicht erkannt werden konnten;
- *Retrospektiven Überprüfung* früher gewonnener Ergebnisse mit neuerer Methodologie;
- Untersuchung von Faktoren eines weiterreichenden Umweltmonitoring-Programms, insbesondere von „verfügbaren“ Human-Organen (-Organteilen), die Art geeignet sind, zuverlässig die Umweltbelastungen mit Schadstoffen widerzuspiegeln;

- Möglichkeit der *Schwellendosis-Bestimmung bei Stoffen*, die nach langen Latenzperioden zu chronischen Erkrankungen und anderen Gesundheitsschädigungen führen.

Der Betrieb der Bank für Human-Organproben ist in der „Konzeption der Umweltprobenbank des Bundes“ des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit vom 01.12.1993 verbindlich geregelt. So ist die Probenahme im Humanbereich nicht an die nach ökosystemaren Gesichtspunkten ausgewählten Probenahmegebiete der Bank für Umweltproben gebunden, da der moderne Mensch aufgrund seiner Mobilität, der wechselnden Bedingungen im Wohnumfeld und am Arbeitsplatz sowie der Nahrungsmittelverteilung und des -konsums kaum noch an definierte Ökosysteme gebunden ist. Jedoch ergibt sich durch die individuellen Wohnortwechsel eine weitgehend flächendeckende Repräsentanz mit einer bevorzugten Abdeckung ländlicher und industrieller Räume. Die Auswahlkriterien für die Human-Organproben entsprechen der Forderung, Stoffeinträge in den menschlichen Organismus und die wichtigen Prozesse der Toxikokinetik repräsentativ zu erfassen. An den Standorten Münster, Greifswald, Halle/Saale und Ulm werden jährlich von Lebenden Proben (Vollblut, Blutplasma, 24-h-Sammelurin, Speichel, Kopf- und Schamhaare) zur Trendfeststellung asserviert, analysiert und bei Temperaturen von -80°C bis -85°C veränderungsfrei eingelagert. Ergänzend erfolgt an den Standorten die Probenahme von Obduktionsmaterial (Leber, Nieren, Fettgewebe, Knochen, Blut) mit einer Probenahmefrequenz von 5 Jahren und einem Probenumfang von n=10 für jede Altersdekade.

Real-Time-Monitoring - RTM: RTM erfolgt durch die halbjährige zufällige Auswahl studentischer Kollektive von ca. 100 Probanden. Bei der RTM-Probenahme werden soziodemographische und expositionsrelevante Informationen der Probanden erfragt. Der Erhebungsbogen umfaßt sowohl Angaben zu persönlichen Daten und der Wohnumgebung (Industrie, Verkehrssituation) als auch Angaben zu Raucher- und Gesundheitsstatus, Benutzung kosmetischer Präparate und Einnahme von Medikamenten einschließlich oraler Kontrazeptiva bei Frauen. Darüber hinaus werden die Probanden zu einer möglichen Fremdstoffexposition und zu ihren Ernährungsgewohnheiten befragt. Die zu untersuchenden Stoffe repräsentieren Einzelstoffe oder Stoffgruppen, die entweder den physiologischen Grundzustand beschreiben oder denen eine gesundheitsgefährdende Wirkung zugeschrieben wird. So werden neben Spurenelementen und Chlorkohlenwasserstoffen in einigen Matrices auch physiologische Stoffe (z.B. Gesamteiweiß, Cholesterin) und sonstige Parameter (z.B. Hämatokritwert) bestimmt. Alle Schritte, von der Probenahme über den Probentransport, die Probenaufarbeitung und Analytik bis zur Langzeitlagerung, sind in Standardarbeitsanweisungen für alle Matrices verbindlich festgelegt.

Ausgewählte Ergebnisse (RTM): Seit Mitte der 80er Jahre (Aufnahme des Dauerbetriebs in Münster) wurde bei keinem der gemessenen Schadstoffe eine Zunahme der Belastung festgestellt. Einige Stoffe (z.B. Arsen, Cadmium und Quecksilber) blieben in ihren Konzentrationen nahezu unverändert, bei anderen (z.B. Blei, Hexachlorbenzol und Pentachlorphenol) war hingegen eine deutliche Belastungsminderung zu verzeichnen.

Parallel zum Rückgang des Verbrauchs an bleihaltigem Benzin nahm die **Bleikonzentration** in Human-Organproben seit Inkrafttreten des Benzin-Blei-Gesetzes 1984 kontinuierlich ab. Der mittlere

Bleigehalt im Vollblut der Probandenkollektive Münster sank von 1984 bis 1996 von über 80 µg/l um weit mehr als die Hälfte auf 28 µg/l. Beim West-Ost-Vergleich zwischen den Kollektiven Münster und Halle/Saale lassen sich für 1996 nur geringe Unterschiede feststellen, d.h. auch hier deutet sich - ähnlich wie bei den Umweltproben - ein allgemeiner Trend zur Angleichung der Bleikonzentrationen in den alten und neuen Ländern auf niedrigem Niveau an.

Die Verbote der schwer abbaubaren Chlorkohlenwasserstoffe **Hexachlorbenzol (HCB)** und **Pentachlorphenol (PCP)** bewirkten in den vergangenen Jahren eine deutliche Verringerung der Konzentrationen dieser Schadstoffe in den Human-Organproben. HCB wurde bis zu seinem Verbot im Jahre 1981 als Saatgutbeizmittel verwendet. Das HCB-Abbauprodukt PCP, dessen Herstellung, Inverkehrbringen und Anwendung seit 1989 verboten ist, wurde ebenfalls zur Schädlingsbekämpfung, aber vor allem auch als Holzschutzmittel sowie zur Textil- und Lederpflege eingesetzt. Im einzelnen verringerte sich der mittlere HCB-Gehalt im Blutplasma von 3,12 µg/l (1985) auf 0,48 µg/l (1996) und die mittlere PCP-Belastung, ebenfalls im Blutplasma, von 30 µg/l (1985) auf 6 µg/l (1996).

Weitere wissenschaftlich und praktisch bedeutsame Erkenntnisse zum vorbeugenden Gesundheitsschutz aus dem Betrieb der Bank für Human-Organproben: Auffällig sind die geschlechtsspezifischen Unterschiede in der Belastung der Human-Organproben. So wiesen die weiblichen Probanden seit 1985 einen niedrigeren Bleigehalt in Blut und Haaren auf als die männlichen. Weiterhin waren für die weiblichen Probanden im Mittel um 30% höhere HCB-Werte, dafür aber um 20 % niedrigere Konzentrationen an polychlorierten Biphenylen (PCB) zu verzeichnen. Im Ost-West-Vergleich waren noch 1990 in den Blutproben aus den neuen Bundesländern um rund 20% höhere HCB- und PCP-Konzentrationen meßbar. 1995 hingegen konnten bei vergleichenden Untersuchungen für die gemessenen Schadstoffe (Schwermetalle, PCP, HCB und PCB) keine Belastungsunterschiede mehr festgestellt werden.

Der Nachteil des derzeitigen Verfahrens der Humanprobenbank besteht darin, daß die Auswahl der Kollektive der jährlich durchgeführten Untersuchungen im Vergleich zum bisherigen Ansatz der Umwelt-Surveys weitaus weniger repräsentativ hinsichtlich der Abbildung der Gesamtbevölkerung ist. Eine mögliche höhere Repräsentativität stößt jedoch an die Grenzen der Finanzierbarkeit.

2.4.3.5 Frauenmilch- und Dioxin-Humandatenbank

Die bisherigen Frauenmilch-Untersuchungen der Bundesländer werden in sehr unterschiedlichem Umfang und in sehr unterschiedlicher Art und Weise dokumentiert, so daß eine detaillierte und spezifische, länderübergreifende Auswertung des Gesamtdatenbestandes nur sehr eingeschränkt möglich ist. Gleiches trifft auf die Dioxinuntersuchungen in anderen Humanmatrices zu. In der gemeinsam von Bund und Ländern aufzubauenden Frauenmilch- und Dioxin-Humandatenbank sollen zukünftig diese Untersuchungen zentral zusammengefaßt, systematisch und detailliert dokumentiert und einheitlich ausgewertet werden.

Mit dieser zentralen Datenbank wird ein Instrument erstellt, mit dem

- jederzeit ein Überblick über die Belastung der Bevölkerung in Deutschland mit relevanten Rückständen und Kontaminanten und deren zeitlichen Verlauf erhalten werden kann,
- die gesundheitliche Beurteilung der Rückstände in Frauenmilch und die Abschätzung der Exposition des gestillten Säuglings auf der Basis der aktuellen Belastungssituation möglich ist,
- Trends im Spektrum und in der langfristigen Entwicklung der Rückstandsbelastung der Frauenmilch untersucht werden können,
- die Relevanz regionaler, aber auch anderer expositionsabhängiger oder sonstiger Einflußgrößen auf Art und Höhe der Rückstandsbelastung untersucht und abgeschätzt werden kann. Notwendige Forschungsfelder können gegebenenfalls abgeleitet werden,
- die Wirksamkeit gesetzgeberischer Maßnahmen zur Senkung der Rückstandsbelastung des Menschen verfolgt werden kann,
- umsetzbare und wissenschaftlich hinreichend gesicherte Vorschläge und Empfehlungen erarbeitet werden können und somit eine Beratung der Bundesregierung und der Länder möglich ist.

Für die einheitliche, standardisierte Datenerhebung und -dokumentation wurde gemeinsam mit den Bundesländern ein Fragebogen erarbeitet, der die inhaltliche Basis der Datenbank darstellt. Die Übermittlung der Daten von den Bundesländern soll auf der Grundlage dieses Fragebogens erfolgen.

Erfaßt werden sollen: eine allgemeine Probencharakterisierung, Angaben zur Probenahme, zeitliche und regionale Angaben, personenbezogene Angaben, die die Rückstandskonzentrationen maßgeblich beeinflussen können, Daten zu möglichen persönlichen, beruflichen oder umfeldbedingten Expositionen, Charakterisierung der angewandten analytischen Meßmethodik, die Analysenergebnisse.

Frauenmilch bietet sich als besonders geeignetes Untersuchungsmaterial für lipophile und persistente Stoffe an, da es sich um eine fettreiche und leicht zugängliche Körperflüssigkeit handelt. Folgende Kontaminanten werden in der **Frauenmilch** z.Z. routinemäßig in den Untersuchungsämtern der Länder analysiert und sollen in der Datenbank gespeichert werden:

- *Organochlorpestizide*: α -HCH, β -HCH, γ -HCH, HCB, Dieldrin, cis-Heptachlorepoxyd, DDT und seine Metabolite
- *PCB*: sowohl die 6 Indikatorkongenere als auch weitere Kongenere
- *synthetische Duftstoffe*: die Nitromoschusverbindungen Moschusxylol und Moschusketon sowie die teilweise gemessenen polycyclischen Moschusverbindungen Galaxolide, Tonalide und Celestolide. Bei sich abzeichnenden Veränderungen des Rückstandsspektrums in der Frauenmilch ist diese in der Datenbank gespeicherte Substanzalette zu aktualisieren.
- *Dioxine*.

Eine enge Verknüpfung besteht mit der Dioxin-Datenbank des Bundes und der Länder. Diese Datenbank wird beim Umweltbundesamt mit dem Ziel aufgebaut, die für die verschiedenen Umweltkompartimente, wie Boden, Wasser, Luft, Biota sowie für Abfälle, Wertstoffe, Reststoffe, vorliegenden Datenbestände systematisch zu strukturieren und für eine gemeinsame sowie medienübergreifende Bewertung aufzubereiten. Zum Zwecke des Datenaustausches schlossen Bund und Länder eine Ver-

waltungsvereinbarung (Anhang II.3 der Verwaltungsvereinbarung zum Datenaustausch im Umweltbereich) ab, die unter anderem auch die datenschutzrechtlichen Fragen regelt. Um auch die Auswirkungen umweltbedingter Dioxinkonzentrationen auf die Belastung des Menschen genauer untersuchen zu können, ist eine Schnittstelle zwischen der Frauenmilch- und Dioxin-Humandatenbank und der Dioxin-Datenbank des Bundes und der Länder vorgesehen, die einen Datenaustausch unter Einhaltung der datenschutzrechtlichen Regelungen zuläßt. Diese enge Verknüpfung der Daten zur Dioxin-Belastung des Menschen mit den gemessenen Konzentrationen in der Umwelt ist Voraussetzung dafür, mögliche Ursache-Wirkungs-Beziehungen näher zu identifizieren und die Ergebnisse einer Bewertung zugrunde zu legen. Die für derartige Ursachenforschungen notwendigen Hintergrundinformationen werden als Begleitinformationen zu den Meßprogrammen in den Fragebögen dokumentiert, die für den Human- wie Umweltbereich kompatibel gestaltet sind. Somit sind die Voraussetzungen zur gegenseitigen Einbindung und integrierten Bewertung der beim Bundesinstitut für gesundheitlichen Verbraucherschutz und Veterinärmedizin und beim Umweltbundesamt vorliegenden Daten gegeben. Darüber hinaus sollen auf der Basis der in der Frauenmilch- und Dioxin-Datenbank zu speichernden Daten Beiträge für die Gesundheitsberichterstattung und die Umweltberichterstattung (Daten zur Umwelt) erstellt werden und durch ein Zusammenwirken mit der Kommission Human-Biomonitoring die Ableitung von Referenzwerten für Rückstände in Frauenmilch ermöglicht werden.

Der Nachteil des derzeitigen Verfahrens der Frauenmilch- und Dioxin-Datenbank besteht darin, daß die Auswahl der Proben in den Ländern uneinheitlich je nach aktuellem Bedarf (Belastungsschwerpunkte) erfolgt. Eine Repräsentativität der Daten ist nicht gegeben.

2.4.4 Beispiele umweltepidemiologischer Studien in Deutschland

Im wesentlichen können bei den in Deutschland durchgeführten umweltepidemiologischen Studien folgende Typen unterschieden werden:

- Studien zur Abschätzung der internen Exposition: Biomonitoring-Projekte (Expositionsstudien)
- „Ökologische Studien“ (regional-vergleichende Studien mit aggregierten Daten)
- Umweltepidemiologische Querschnitt- und Längsschnittuntersuchungen unter Einbeziehung von Expositions- und Effektgrößen:
 - Umwelt- und Gesundheitssurveys;
 - Wirkungskataster-Untersuchungen,
 - Sentinelprojekte etc.
- Kohorten- und Fall-Kontroll-Studien
- Zeitreihenanalysen.

Zum Teil sind mehrere methodische Ansätze zu einem komplexeren Studiendesign verbunden. Im folgenden werden in einer exemplarischen Auswahl die in den letzten Jahren in Deutschland durchgeführten umweltepidemiologischen Studien dargestellt.

2.4.4.1 Monitoringprojekte, Surveys, Surveillance- und Sentinel-Projekte, Wirkungskataster- Untersuchungen

Falls Anhaltspunkte für eine gesundheitsgefährdende Exposition von Bevölkerungsteilen bestehen, kann durch ein „Human-Biomonitoring“ die interne (intrakorporale) Schadstoffbelastung bei den betroffenen Personen untersucht und mit Referenzwerten oder den bei Kontrollgruppen ermittelten Meßergebnissen verglichen werden. Im weiteren Sinne lassen sich derartige bevölkerungsbezogene Monitoringprojekte der Umweltepidemiologie zurechnen, obwohl bei diesem Untersuchungsansatz meist kein direkter Bezug zu Gesundheitsstörungen oder Krankheiten hergestellt wird. Neben den reinen Expositionsbiomonitoring-Projekten liegen auch kombinierte Studien vor, in denen neben der Schadstoffbelastung auch Gesundheits-/Krankheitsparameter erfaßt wurden (s. unten). Oft lassen sich dabei jedoch die gesundheitlichen Variablen aber mit den festgestellten internen Schadstoffbelastungen nicht in einen gesicherten statistischen Zusammenhang bringen.

Neben den Umwelt- und Gesundheitssurveys (s. oben) wurden weitere Studien durchgeführt, die stärker auf spezifische Fragestellungen orientiert sind, u.a.:

- Blutblei-Studien (oft in Verbindung mit einer Altlastproblematik, s. unten)
- Belastung durch Tetrachlorethen (Perchlorethylen) im Bereich von chemischen Reinigungen
- Belastung durch Holzschutzmittel-Inhaltsstoffe, wie Pentachlorphenol und Lindan
- Exposition gegenüber Pyrethroiden in Wohnungen
- Polychlorierte Biphenyle in der Raumluft von Kindergärten/Schulen (Fugendichtungsmasse)
- Polychlorierte Dibenzo-p-dioxine und -furane (PCDD/F) aus Verbrennungsprozessen
- Belastung durch polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe (PAH)
- Exposition durch das Harnstoff-Herbizid Isoproturon (Chemie-Unfall)
- Biomonitoring im Bereich von Altlasten (s. unten).

Beobachtungsgesundheitsämter: Exemplarisch sei hier auf das 1992-95 durchgeführte Pilotprojekt *Beobachtungsgesundheitsämter des Landes Baden-Württemberg* hingewiesen. In drei Gebieten mit unterschiedlicher Immissionsbelastung und Regionalstruktur wurden in wiederholten Querschnittserhebungen (1992/93, 1993/94, 1994/95) Kinder des 4. Schuljahrganges untersucht. Neben der Bestimmung von Schwermetallen und einigen organischen Parametern in Blut und Urin, wurden Beschwerden und Erkrankungen der Atemwege sowie allergische Symptome erfaßt und Lungenfunktionstests, wie auch Allergietests durchgeführt. Inzwischen sind vier Gesundheitsämter (Mannheim, Offenburg, Ravensburg, Stuttgart) als ständige Beobachtungsgesundheitsämter etabliert. Die weiteren Ergebnisse sind abzuwarten.

Beobachtungspraxen: Die ärztliche Primärversorgung ist eine wichtige Datenquelle für die Epidemiologie (s. Kap. 2.4.1.7), Gesundheitssystemforschung und Gesundheitsberichterstattung. Immerhin suchen 90 % der Bevölkerung mindestens einmal pro Jahr einen niedergelassenen Arzt auf. Um das dabei anfallende Erkenntnispotential für Fragestellungen zu Umwelt und Gesundheit zu nutzen,

wurden verschiedene Beobachtungspraxenprojekte (Sentinels, s. oben) und die zugehörigen Melde-netze etabliert, wie z.B. der „Modellversuch zur Einrichtung und Erprobung regionaler Beobach-tungspraxen zur Erhebung umweltbezogener Gesundheitsstörungen - MORBUS“ in Niedersachsen.

2.4.4.2 Regionale Vergleiche (Ost-West)

In einer vergleichenden Untersuchung an neun- bis elfjährigen Kindern aus Halle, Leipzig und Mün-chen wurde eine allergische Sensibilisierung deutlich seltener bei den ostdeutschen Kindern festge-stellt (18,2 % gegenüber 36,7 % im Westen), ähnlich verhielt es sich bei der Heuschnupfenprävalenz (2,7 % zu 8,6 %) und der Asthmaprävalenz (3,9 % zu 5,9 %). Die Ergebnisse sind statistisch hochsig-nifikant; ein überempfindliches Atemwegssystem war ebenfalls in München häufiger nachweisbar. Die Ost-West-Unterschiede beruhen offenbar nicht auf einer abweichenden Symptomwahrnehmung oder Diagnosestellung, sondern sind durch objektive Untersuchungsverfahren (Lungenfunktions-prüfungen mit Provokationstests, Hautpricktests, spezifische IgE-Bestimmungen) zu belegen. In den Hauttests waren die Sensibilisierungsreaktionen jedoch nicht regionalspezifischen Allergenen zuzu-ordnen. Die Tests zeigten generell eine häufigere Sensibilisierung in den alten Bundesländern an.

Im Rahmen einer Schulanfängerstudie werden seit 1991 Änderungen der Luftbelastung und ihre Auswirkungen auf die Gesundheit von sechsjährigen Kindern in Nordrhein-Westfalen, Sachsen-Anhalt und Sachsen verglichen. Bis 1995 nahmen etwa 19.000 Kinder an einer Fragebogenerhebung teil. 1214 Kinder unterzogen sich einer immunologischen Blutuntersuchung, 1.433 einem Haut-Prick-Test. Schadstoffbelastungen durch SO₂, Staub und Blei sowie zehn typische Merkmale aus unter-schiedlichen Lebensbereiche wurden einbezogen, z. B. der bauliche Zustand und die Größe der Woh-nungen, die Wohnungsbelegung, die Ausstattung der Räume, die Tierhaltung und das Rauchen in der Schwangerschaft. Die Abnahme der Schadstoffbelastung in Sachsen-Anhalt von 1991 bis 1995 geht mit einer positiven Auswirkung auf die Atemwegsgesundheit einher, wobei allerdings kein Rückgang der Sensibilisierungen und Allergien erkennbar war. Die Allergieprävalenz lag 1991 und 1995 in NRW höher als in den östlichen Untersuchungsregionen.

Geburtskohorten-Analysen auf der Datengrundlage der Nationalen Gesundheitssurveys und der vor-stehend genannten epidemiologischen Studie haben außerdem ergeben, daß die Allergieprävalenz bis zu Beginn der 60er Jahre in Ost- und Westdeutschland anscheinend auf ähnlichem Niveau lag. Eine Hypothese zur Erklärung der später auftretenden deutschen Ost-West-Unterschiede in der Allergie-häufigkeit weist vor allem auf die unterschiedliche Lebensweise mit intensiverem Allergenkontakt und besser isolierten Wohnungen in den alten Ländern sowie auf eine mögliche Stimulation des kindlichen Immunsystems durch eine höhere Infektionshäufigkeit in ostdeutschen Kinderkrippen hin (s. auch Kap. 2.1.3 „Allergien“).

Entsprechend der hohen SO₂- und Schwebstaub-Belastungen in Wohngebieten der ehemaligen DDR traten dort bronchitische Beschwerden und Erkrankungen – im Gegensatz zu den Allergien – deutlich häufiger als in westdeutschen Vergleichsregionen auf. Weitere Ost-West-Vergleiche wurden im Rahmen des Umwelt-Surveys durchgeführt (s. Biomonitoring-Projekte).

2.4.4.3 Untersuchungen im Zusammenhang mit Wirkungskatastern der Luftreinhaltepläne

Kohortenstudie zu Atemwegserkrankungen und zur Lungenfunktion bei Schulkindern in Südwestdeutschland: 1977, 1979 und 1985 wurde der Gesundheitszustand von mehr als 8000 acht- bis sechzehnjährigen Schulkindern aus Südwestdeutschland im Hinblick auf einen Zusammenhang zwischen Luftschadstoffbelastungen und Atemwegserkrankungen untersucht. Es wurden insgesamt 11 respiratorische und asthmatische Symptome und zwei Punktsysteme (mit denen sich die Neigung zu Atemwegsinfekten und asthmatischen Erkrankungen darstellen läßt) analysiert. Der Vergleich zwischen Mannheim und dem Landkreis Breisgau-Hochschwarzwald ergab deutlich erhöhte relative Risiken für respiratorische Symptome in Mannheim, die bei den achtjährigen Kindern am stärksten ausgeprägt waren. Das räumliche und zeitliche Muster der Effekte entsprach demjenigen der SO₂-Konzentration, wobei SO₂ als Indikator für die Außenluftbelastung durch Kraftwerke, Industrie und Hausbrand interpretiert wurde. Außerdem wurde untersucht, ob sich die erhöhten Symptom-Prävalenzen in Mannheim durch eine kleinräumige Betrachtung innerhalb des Stadtgebietes weiter differenzieren lassen. Dies ist weder in Bezug auf die verkehrsabhängigen Belastungsdaten, noch bezüglich der SO₂-Immissionsbelastung oder der Ozonbelastung gelungen (Schadstoffdaten auf Straßenabschnittsebene und Quadratkilometerraster; jedoch nur für den letzten Studiendurchgang verfügbar). Die Schadstoffbelastung der acht- bis zehnjährigen Kinder, die als besonders empfindlich gelten, ist dabei nicht erfaßt worden. Dies erklärt möglicherweise die negativen Ergebnisse.

Münchener Verkehrsstudie 1989/90: In der 1989/90 in München durchgeführten Studie an ca. 4.500 neun- bis elfjährigen Schulkindern wurde der Einfluß des Verkehrsaufkommens im Schulbezirk auf die Atemwegsgesundheit untersucht. Dabei konnte gezeigt werden, daß in Gebieten mit hohem Verkehrsaufkommen drei von sechs untersuchten Lungenfunktionsparametern signifikant niedriger und drei von zehn Krankheitssymptomen (Erkältung am Tag der Untersuchung, häufig pfeifender Atem, häufige Atemnot) signifikant häufiger waren als in geringer befahrenen Gebieten.

Wirkungskataster-Untersuchung, Nordrhein-Westfalen 1989/90: In einem 1989/90 in Duisburg durchgeführten Teilprojekt zeigte ein Schadstoffindex aus NO₂, Benzol und Toluol nur einen schwachen Zusammenhang mit der Reagibilität der Atemwege (gemessen an mehreren spirometrischen Parametern) bei etwa 300 zehnjährigen Kindern. Beim Asthma war ein leicht erhöhtes relatives Risiko vorhanden. Bei etwa 3.400 sechsjährigen Kindern aus dem Ruhrgebiet konnten 1990 keine Zusammenhänge zwischen kleinräumiger SO₂-Belastung sowie der Staubbelastung und Atemwegserkrankungen oder Allergien festgestellt werden. Allerdings waren fast alle untersuchten Atemwegserkrankungen bei Kindern aus Wohngebieten mit hoher Verkehrsimmisionsbelastung häufiger. Außerdem bleibt festzuhalten, daß die individuelle Expositionszuordnung in derartigen Studien mit großen Unsicherheiten behaftet ist, so daß kleinere Risiken mit solchen Studienansätzen kaum nachgewiesen werden können. Schließlich erheben sich Zweifel an der Auswahl der Expositionsindikatoren (z. B. Vernachlässigung ultrafeiner Partikel).

Die Berliner Verkehrslärmstudie: Die in Berlin durchgeführte Verkehrslärmstudie war eine bevölkerungsbezogene Fall-Kontroll-Studie. Probanden waren Männer zwischen 31 und 70 Jahren. Über

den Zeitraum eines Jahres wurden in 17 größeren Krankenhäusern des damaligen West-Berlin alle Überlebenden eines akuten Herzinfarkts erfaßt. In die Untersuchung einbezogen wurden 645 deutsche Infarktpatienten, die den Einschlußkriterien (ICD 410) genügten, seit mindestens 15 Jahren in Berlin lebten und einer Befragung zustimmten. Die Teilnahmequote betrug 91 %. Ca. 10 % aller nicht letal verlaufenen Herzinfarktfälle auf Intensivstationen (Grundpopulation) konnten nicht identifiziert werden. Die Studie war annähernd repräsentativ, d.h. das Kontrollkollektiv war eine 1 % - Zufallsstichprobe von West-Berliner Männern, die aus dem Einwohnermelderegister gezogen wurden und die dieselbe Altersverteilung wie die Infarktpatienten hatten. Von den insgesamt erfaßten Männern nahmen 64 % an einer schriftlichen Befragung teil, 3390 Männer genügten den Einschlußkriterien, d.h. für sie konnte die Verkehrslärmexposition der letzten 15 Jahre ermittelt werden. Zur Berücksichtigung von Wohnungswechseln wurde retrospektiv der Lärmpegel verschiedener Wohnadressen (gewichtet nach der Wohndauer) gemittelt, um eine mittlere Lärmexposition für 15 Jahre zu erhalten. Daneben wurde auch die Untergruppe berücksichtigt, die während 15 Jahren nicht umgezogen war (etwa 60 %). Zur Kontrolle möglicher Störvariablen wurden Alter, Sozialstatus, Arbeitsstatus, Rauchen, relatives Körpergewicht, Familienstatus, Arbeitsrhythmus und Wohngegend (innere bzw. äußere Stadtbezirke) erfaßt. In Berlin begann der verkehrslärmbedingte Anstieg der Herzinfarktinzidenzen bei mittleren Außenpegeln am Tage von 71-75 dB(A) mit 10 % und erreichte 50 % bei 76-80 dB(A). Betrachtet man lediglich die Untergruppe der Personen ohne Wohnungswechsel innerhalb der vorangegangenen 15 Jahre ergab sich ein Anstieg der Inzidenz von 20 % bei 71-75 dB(A) und von 70 % bei 76-80 dB(A). Eine Kombination dieser beiden Lärmkategorien ergab einen Anstieg der Herzinfarktinzidenzen von 30 % bei Straßenverkehrslärmpegeln (außen) von mehr als 70 dB(A). Dieses Ergebnis war grenzwertig signifikant ($p < 0.1$). Der verkehrslärmbedingte Anstieg der Herzinfarktinzidenzen begann in Berlin bei 5 dB höheren Pegeln als in vergleichbaren Studien in Großbritannien. Dies erklärt sich wahrscheinlich aus der Doppelfensterbauweise in Berlin, die eine im Mittel um 5 dB bessere Schallisolierung gegenüber der Einzelverglasung bewirkt.

Luftverunreinigung und Lungenkrebsrisiko: Die 1984-88 in der damaligen Bundesrepublik Deutschland durchgeführte regional vergleichende Analyse der Lungenkrebsmortalität sowie eine in Norddeutschland und Nordrhein-Westfalen durchgeführte Fall-Kontroll-Studie haben als entscheidenden Risikofaktor für den Lungenkrebs das Rauchen und mit deutlichem Abstand den „Beruf“ identifiziert.

In einer ebenfalls auf Aggregatdatenniveau basierenden Studie wurden Umweltbelastungsdaten (insbesondere Immissionsdaten) mit den Krebsregisterdaten des Saarländischen Krebsregisters zusammengeführt. Erhöhter „Umweltstreß“ war mit erhöhten Krebsinzidenzen assoziiert. In analytisch-epidemiologischen Studien konnte dieser Befund bisher wegen des damit verbundenen methodischen Aufwandes und der unsicheren Erfolgsaussichten nicht geprüft werden (Problem kleiner Risiken).

Eine Abschätzung des Krebsrisikos durch Schadstoffe in der Außenluft für das Gebiet der Bundesrepublik vor 1990 (LAI 1989) ergibt rechnerisch für 100 000 lebenslang in einem Ballungsgebiet lebende Personen ca. 80 zusätzliche Lungenkrebstodesfälle im Beobachtungszeitraum von 70 Jahren, während für ländliche Regionen durchschnittlich 15 zusätzliche Lungenkrebstodesfälle geschätzt werden. Die im wesentlichen verkehrsbedingten Immissionen von Dieselruß, PAH und Benzol liefern

mit einem Risikoanteil von etwa 75 % einen entscheidenden Beitrag (zumal Arsen und Cadmium eher überschätzt sein dürften). Solche Krebsrisiken lassen sich bei der hohen Prävalenz von Krebs überhaupt nur mit sehr aufwendigen, z.T. methodisch-technisch nicht mehr durchführbaren Studien nachweisen (s.a.2.1.2).

2.4.4.4 Untersuchungen zur Altlasten-Problematik

Ausgewählte Studien:

Hamburg, Bille-Siedlung/Moorfleet. Hierbei handelt es sich um ein bewohntes Altlastgebiet. Seit 1985 wurden mehrfach Untersuchungen (unter anderem Messungen der Arsen- und Schwermetallkonzentrationen in Bodenproben, Bestimmungen des Boden-Pflanzen-Transfers, Messungen der PCDD/F-Konzentrationen in Bodenproben) sowie toxikologische Begutachtungen und Analysen der Krebsmortalitätsdaten durchgeführt. Auf der Basis dieser Untersuchungen und insbesondere aufgrund einer erhöhten PCDD/F-Bodenbelastung wurde die Durchführung einer systematischen umweltmedizinisch-epidemiologischen Studie beschlossen. In der Mitteilung des Senats an die Bürgerschaft vom 29.01.91 heißt es: „Die Durchführung der umweltepidemiologischen Untersuchung zielt darauf ab zu klären, ob und in welchem Umfang es durch die vorliegende Bodenbelastung zu einer erhöhten Schadstoffbelastung des Organismus gekommen ist und welche gesundheitlichen Auswirkungen hiermit verknüpft sind.“ In die Untersuchung wurden auch ehemalige Bille-Siedler einbezogen, ebenso zwei Vergleichsgruppen. Insgesamt nahmen über 1.000 Erwachsene und Kinder an den Untersuchungen teil (Beteiligungsrate ca. 70 %). Die Planung, Durchführung und Auswertung der Studie erfolgte in enger Abstimmung mit den Betroffenen. Die Teilnehmer wurden im Hinblick auf mögliche Belastungsquellen und -pfade sowie bezüglich der wesentlichen Confounder befragt, fachärztlich untersucht, und die korporalen Schadstoffbelastungen (Arsen, Cadmium, Quecksilber, Blei, Dioxine und Furane) wurde bestimmt. Die PCDD/F-Blutfettkonzentrationen lagen bei Kindern wie bei Erwachsenen aus der Bille-Siedlung in dem allgemein üblichen Bereich. Als besonders relevanter Belastungspfad wurde jedoch der Verzehr von Eiern aus eigener Hühnerhaltung erkannt. In solchen Fällen wurden deutlich höhere Dioxinbelastungen im Blutfett nachgewiesen. Der Vergleich der Schwermetallbelastung in Blut und Urin mit Bodenmeßwerten ergibt keinen Hinweis auf einen diesbezüglich relevanten Expositionspfad, obwohl in Einzelfällen erhöhte Belastungen über den Nahrungspfad gesehen wurden. Frühere Anbau- und Verzehrsempfehlungen für bodennah wachsende Pflanzen, Geflügel, Eier und Kleintiere wurden daher beibehalten. Die Studie gehört zu den umfassendsten und gründlichsten Untersuchungen zur Frage der gesundheitlichen Belastung von Bewohnern durch Bodenkontaminationen.

Nordenham (Unterweser). Im Frühjahr 1972 verendeten über 100 Rinder nach einem Weideauftrieb im Umfeld der örtlichen Bleihütte infolge einer akuten Bleiintoxikation. Die Bleihütte war seinerzeit bereits seit über 70 Jahren in Betrieb. In der Folge des o. g. Ereignisses fanden umfangreiche Immissionsuntersuchungen, Schwermetallbestimmungen in pflanzlichen Nahrungs- und Futtermitteln, wie auch Blutbleibestimmungen und Untersuchungen des Gesundheitszustandes seitens des Bundesge-

sundheitsamtes statt (Vergleichsgruppen aus Brake und Helgoland). Kinder aus hüttennah gelegenen Wohnvierteln wiesen dabei deutlich erhöhte Blutbleigehalte, eine erniedrigte Aktivität der Delta-Aminolävulinsäure-Dehydratase und erhöhte Werte von freiem Erythrozytenprotoporphyrin als Zeichen für dezente Wirkungen der chronischen Bleibelastung auf. Außerdem wurden Schulkinder 1982 und 1985 auf neurotoxische Bleiwirkungen untersucht. Es ergaben sich signifikante Zusammenhänge zwischen dem Ausmaß der internen Bleibelastung und Störungen des Reaktionsverhaltens.

Stolberg (bei Aachen). Mitte der 60er Jahre wurde in der Umgebung Stolbergs bei Rindern die sog. „Gressenicher Krankheit“ beobachtet, die mit einer erhöhten Sterblichkeit einherging. Ursache war offenbar eine beträchtliche Bleiaufnahme durch kontaminiertes Futter. In der Region wurden seit der Römerzeit Blei- und Zinkerze abgebaut und Metallverhüttung betrieben. Zahlreiche Metallhütten und Metallwerke waren bis in die letzten Jahrzehnte hinein in Betrieb (seit den 80er Jahren gilt eine große Primärbleihütte als Hauptemittent). Schwermetallemitternde Halden trugen erheblich zum Staub- und damit zum Schwermetallniederschlag bei. So lag Anfang der 70er Jahre der Bleiniederschlag in diesem Gebiet fast 10fach über dem der anderen industriellen Ballungsgebiete. Böden, Futtermittel und Nahrungspflanzen waren erheblich belastet. Ab 1974 griffen jedoch emissionsmindernde Maßnahmen. Von 1973 bis 1989 wurden wiederholt Untersuchungen zur Schwermetallbelastung von Kindern, teilweise auch bei Jugendlichen und Erwachsenen, durchgeführt (Blei- und Cadmiumgehalte in Blut und Urin sowie Bleigehalten in Milchschnidezähnen). Im Hüttennahbereich bis zu einer Entfernung von ca. 1,5 km sowie im Haldenumfeld waren deutlich erhöhte Bleibelastungen nachweisbar (teilweise über 30 µg/dl Blut); erhöhte Cadmiumbelastungen ließen sich nicht feststellen. Die bleikontaminierte Halde einer vor 60 Jahren stillgelegten Zinkhütte wurde von anwohnenden Kindern als Spielgelände genutzt, außerdem wurde regelmäßig Haldenmaterial zum Teil unter erheblicher Staubentwicklung abtransportiert. Die betroffenen Kinder wiesen Blutbleispiegel bis zu 88 µg/dl auf. Kinder von beruflich schwermetallexponierten Vätern wiesen höhere Blei- und Cadmiumgehalte in Blut und Urin auf. Neuropsychologische Untersuchungen an 115 Schulkindern ergaben eine Korrelation zwischen Zahnbleigehalt und bestimmten testpsychologischen Parametern; bleibedingte Intelligenzdefizite konnten nicht festgestellt werden. Im Laufe der Jahre nahmen bei den Stolberger Kindern die Blutkonzentrationen von Blei und Cadmium deutlich ab; die Werte waren 1989 im Vergleich zu Kindern aus weniger belasteten Gebieten jedoch noch immer deutlich erhöht.

„Kieselrot“. Ausgangspunkt einer Dioxinkontamination war eine zwischen 1937 und 1945 in Marsberg (Westfalen) betriebene Kupferhütte. Die rötlich-braunen Laugenrückstände wurden auf einer benachbarten Reststoffhalde abgelagert. Eine ortsansässige Firma hatte bis Ende der 60er Jahre schätzungsweise 400.000 bis 800.000 Tonnen dieses Materials unter der Handelsbezeichnung „Marsberger-Kieselrot“ vermarktet. Es diente als Deckschicht für Sportplätze, Spielplätze und Gehwege. „Kieselrot“ wurde auf über tausend Sportplätzen verarbeitet (Tennenbeläge), besonders in Nordrhein-Westfalen, Niedersachsen, Hessen und Bremen. Die hohen PCDD/F-Gehalte der Kieselrotbeläge fielen zuerst in Bremen auf. In der Folge wurden 56 Marsberger Bürger, die offenbar besonders exponiert waren, hinsichtlich der PCDD/F-Konzentrationen im Blutfett, der korporalen Schwermetallbelastung und des Gesundheitszustandes untersucht, desgleichen eine ebenso große Vergleichsgruppe aus dem Kreis Steinfurt. Besondere Belastungen und Beanspruchungen konnten bei den „Kieselrot“-Exponierten nicht festgestellt werden. In einer weiteren Studie wurde untersucht, ob Personen,

die sich auf Kieselrot-Tennenflächen körperlich betätigten oder sich als Anwohner im Umfeld aufhielten, erhöhte PCDD/F-Gehalte im Blutfett aufwiesen. Auch hierbei konnte keine besondere Belastung festgestellt werden. In-vitro-Resorptionsverfügbarkeitsstudien mit Kieselrot (Simulation der Ingestion) ergaben nur geringe resorptionsverfügbare PCDD/F-Anteile (kleiner 2 %); durch Aufnahme über die Haut dürften ähnlich geringe Anteile in den Blutkreislauf gelangen.

Braubach (Rhein-Lahn-Kreis). Hier gab es eine mehr als hundertjährige Bleiverhüttung und -aufbereitung. Eine 1980 durchgeführte Untersuchung an Schulkindern und Erwachsenen ergab insbesondere bei den Kindern im Umfeld der Blei- und Silberhütte Braubach erhöhte Blutbleispiegel. Spätere Untersuchungen in den Jahren 1983 und 1990 (nach erfolgter Sanierung) ergaben deutlich niedrigere Werte, wobei Bewohner aus den belasteten Ortsteilen jedoch immer noch höhere Werte als Bewohner der nicht belasteten Ortsteile aufwiesen; Beanspruchungsparameter waren nicht auffällig verändert.

Rastatt (Metalle, PCDD/F). Aufgrund der Emissionen einer im Industriegebiet von Rastatt (Baden-Württemberg) gelegenen Metallhütte wurden 1981 und 1984 der Bevölkerung Blutblei- (und Cadmium-) Bestimmungen angeboten. Bei den 522 untersuchten Personen ließ sich keine „allgemeine Gefährdung“ nachweisen. Die Hütte stellte 1986 den Betrieb ein. Nachuntersuchungen bei einigen höher belasteten Kindern (aus einer Familie!) lassen sich aufgrund der geringen Fallzahl und angesichts zahlreicher Covarianten wohl kaum im Sinne eines emittentenbezogenen Belastungsrückgangs interpretieren.

Die Metallhütte verursachte aufgrund des pyrolytischen Verfahrens der Metallrückgewinnung eine PCDD/F-Kontamination des Betriebsgeländes und -umfeldes (besonders im Umkreis von 500 m). Neben dem Erdreich waren vor allem die Stäube von Dachböden des angrenzenden Wohngebietes kontaminiert. Parallel zu den sofort eingeleiteten Sanierungsmaßnahmen wurden 450 Personen umweltmedizinisch untersucht und bei einer 222 Personen umfassenden Unterstichprobe PCDD/F-Gehalte im Blutfett bestimmt. Ein Zusammenhang zwischen Immissionssituation, Expositionsdauer, den PCDD/F-Konzentrationen im Blutfett und klinischen oder laborchemischen Parametern war nicht erkennbar. Die Untersucher schlossen aus ihren Ergebnissen, daß partikelgebundene Dioxine und Furane nur zu einer sehr geringen Belastung des Menschen führen.

2.5 Informations- und Kommunikationssysteme

Im 1994 publizierten gesundheitspolitischen Programm der deutschen Ärzteschaft wurde neben der Aufforderung zur interdisziplinären Zusammenarbeit bei umweltmedizinischen Problemen auch angeführt, daß für eine kompetente umweltmedizinische Betreuung die Einrichtung elektronischer Kommunikationssysteme zum Abfragen von Expertenwissen und zur umweltmedizinischen Gesundheitsberichterstattung notwendig ist. Häufig liegen die zu beurteilenden Fragestellungen in Bereichen, die nicht in den gängigen medizinischen oder toxikologischen Lehrbüchern, Nachschlagewerken etc. zu finden sind.

In dem sich abzeichnenden Wandel zur Informationsgesellschaft ist ein weiteres Problem darin zu sehen, daß zahlreiche Bürger/Patienten insbesondere im Bereich „Umwelt und Gesundheit“ durch die Massenmedien in einem teilweise hohen Ausmaß mit Fehlinformationen, wissenschaftlich nicht nachvollziehbaren Behauptungen über Kausalzusammenhänge oder extrem einseitigen Risikobeurteilungen konfrontiert werden. Die Verantwortung der in der Umweltmedizin tätigen Ärzte, Naturwissenschaftler, Verwaltungsbeamten, Ministerien und sonstigen Behörden bei der Informationsbeschaffung und Informationsvermittlung im Sinne einer fundierten Risikokommunikation ist folglich sehr groß.

Nachfolgend werden wichtige Datenbanken und elektronische Informations- und Kommunikationssysteme aufgeführt, um die Orientierung zu erleichtern.

2.5.1 Datenbanken

Der Zugriff auf Datenbanken erfolgt in der Regel über einen Nutzungsvertrag mit einem entsprechenden Datenbankanbieter (=Host). Zu den großen Hosts in der Bundesrepublik zählen Data-Star (Frankfurt/M.), DIALOG (Bielefeld), DIMDI (Köln) und STN International (Karlsruhe).

Als Kosten fallen für den Nutzer neben den Grundgebühren für den Nutzungsvertrag und den reinen Betriebszeitkosten für den Host-Rechner insbesondere die über den Host an den Datenbankhersteller abzuführenden Gelder für das Lesen und/oder Ausdrucken der gesuchten Informationen (Zitat-Gebühren) an.

Bei Datenbanken (Tabellen 4 und 5) können prinzipiell mehrere Typen unterschieden werden in:

- *Bibliographische Datenbanken* enthalten neben typischen Angaben wie Autor, Titel, Quelle, Jahr, etc. normalerweise auch mehrere Schlagworte und meist eine inhaltliche Kurzbeschreibung (Abstract) von Zeitschriftenartikeln, Monographien, Reports, Konferenzbeiträgen und Dissertationen (z.B.: MEDLINE, EMBASE etc.).
- *Faktendatenbanken* enthalten in einem einzigen „Dokument“ die gesammelten Informationen z.B. zu einer chemischen Substanz (Hersteller, Grenzwerte, LD₅₀ etc.). Der Ursprung der Daten wird dokumentiert. Die Datenbankhersteller verweisen normalerweise in einem Vorspann der Datenbank auf die mehr oder weniger große Zuverlässigkeit der Daten (z.B.: HSDB, ECDIN, CCRIS, etc.).
- *Volltextdatenbanken* enthalten die vollständigen Primärinformationen, z.B. aus Fachzeitschriften oder als Pressemitteilung. Sie können deshalb sehr umfangreich und mitunter auch sehr kostenintensiv sein. Ihr Verbreitungsgrad ist dementsprechend bisher sehr gering.

Tab. 4: Überblick über einige typische Faktendatenbanken

Datenbank	Name	Sachgebiet	Datenbestand
CCRIS	Chemical Carcinogenesis Research Information System	Fakten zur Kanzerogenität und Mutagenität chemischer Substanzen (kritische Bewertung der Ergebnisse, mit Quellenangabe)	7.227 chem. Substanzen <u>Aktualisierung:</u> vierteljährlich
ECDIN	Environmental Chemicals Data and Information Network	Fakten zu chemisch-physikalischen Eigenschaften, Gesundheitsrisiken, Toxikologie, Ökotoxikologie, Produktionsdaten, gesetzliche Regelungen	ca. 122.496 chem. Substanzen <u>Aktualisierung:</u> wird z.Z. nicht aktualisiert
RTECS	Registry of Toxic Effects of Chemical Substances	Fakten zur Toxizität chemischer Substanzen (mit Quellenangabe), gesetzliche Regelungen in den USA	136.697 chem. Substanzen <u>Aktualisierung:</u> vierteljährlich
SIGEDA	Siemens-Gefahrstoffdatenbank	Informationen zu gefährlichen Arbeitsstoffen und Zubereitungen, Toxikologie, Arbeitsmedizin, Notfälle, gesetzliche Regelungen	4.150 Stoffe und Zubereitungen <u>Aktualisierung:</u> k.A.

Tab. 5: Überblick über einige typische bibliographische Datenbanken

Datenbank	Name	Sachgebiet	Datenbestand
CURRENT CONTENTS / SCISEARCH		Alle Gebiete der Medizin, Naturwissenschaften, Technik	seit 1974 ca. 14,8 Mio. Dokumente; Zugang jährl. rd. 700.000 aus ca. 4.500 Zeitschriften <u>Aktualisierung:</u> wöchentlich
EMBASE	Excerpta Medica DataBASE	Biochemie, Biotechnik, Gesundheitswesen, Pharmakologie, Toxikologie, Umwelt, Arbeitsmedizin und -hygiene, Arzneimittel, Gerichtsmedizin	seit 1974 ca. 6,5 Mio. Dokumente; jährlich 400.000 neue aus ca. 3.500 Zeitschriften <u>Aktualisierung:</u> wöchentlich
MEDLINE	Medical Literature Analysis and Retrieval System On-line	Alle medizinischen Bereiche und Forschungsgebiete, Erziehungswissenschaften, Bevölkerungsentwicklung, Krankenhauswesen, Medizinische Berufe, Pharmakologie, Toxikologie, Veterinärmedizin	seit 1966 ca. 8,7 Mio. Dokumente; jährlich 400.000 neue aus ca. 3.800 Zeitschriften <u>Aktualisierung:</u> wöchentlich
SOMED	Sozialmedizin	Informationen aus Sozialmedizin, Gesundheitswissenschaften und Public Health	seit 1978 ca. 306.580 Dokumente; jährlich 15.000 neue aus 700 Zeitschriften <u>Aktualisierung:</u> monatlich

Weitere, in der Praxis meist seltener gebrauchte Datenbanktypen sind: Forschungsdatenbanken (mit Hinweisen z.B. auf Forschungseinrichtungen, -berichte und -projekte), Firmen- und Produktdatenbanken (z.B. für die Suche nach Herstellern, Lieferanten oder Produkten). Die nachfolgend angeführten Datenbankbeispiele sind speziell unter dem Aspekt einer Verwendung bei umweltmedizinischen Fragestellungen ausgewählt worden. Die Notwendigkeit bzw. Inanspruchnahme solcher Systeme wird in der Praxis aber sehr stark von den Rahmenbedingungen der Tätigkeit abhängen (Niedergelassener Arzt, spezialisierte Klinikabteilung, Öffentlicher Gesundheitsdienst, wissenschaftliche Einrichtung etc.).

Die Nutzung der oben angeführten Datenbanken kann als klassische und seit vielen Jahren etablierte Methode der Informationsbeschaffung bezeichnet werden. Der Wunsch bzw. die Forderung nach Zugriffsmöglichkeiten auf Datenbanken muß allerdings auch kritisch hinterfragt werden, da eine sinnvolle und effektive Nutzung nicht ohne Probleme zu realisieren ist. Die Datenbanken unterscheiden sich nämlich nicht nur in ihren inhaltlichen Schwerpunkten und der Qualität der Rechercheergebnisse (z.B. Art und Anzahl der ausgewertete Zeitschriften bzw. Informationsquellen, kontrolliertes Vokabular etc.), sondern auch noch in der Tarifstruktur (z.B. Nachttarif, Kosten für Abstracts, Download-Kosten etc.). So erfordert es bereits einiges an Erfahrung, für die jeweilige Fragestellung den optimalen Anbieter (Preis-Leistungs-Verhältnis) zu erkennen. Nach erfolgreichen Recherchen kann dann das Problem der Beschaffung der Originalliteratur entstehen. Zusätzliche Probleme können sich bei der Bewertung der gefundenen Informationen ergeben. Die Informationen in Datenbanken sind nämlich meist nicht „qualitätsgesichert“, d.h. dem Nutzer der Datenbank obliegt grundsätzlich die Pflicht, sich anhand der Primärquellen von der Validität der gefundenen Informationen zu überzeugen. Schwierigkeiten können auch dadurch entstehen, daß die Informationen widersprüchlich sind oder deren Interpretation einen großen Spielraum zuläßt oder detailliertes Fachwissen erfordert (z.B. Mutagenitätsstest, immuntoxikologische Parameter etc.). Deshalb können nicht nur fehlende Zugriffsmöglichkeiten auf Informationen ein Problem sein, sondern auch die fachliche Bewältigung der Informationsflut.

2.5.2 Das Internet

Das weltweit größte, dezentral organisierte Datennetz „*Internet*“ ist ein dynamischer Zusammenschluß aus unzähligen kleineren Netzwerken und Rechnern mit bereits weltweit mehr als 50 Millionen Teilnehmern. In einer nahezu unüberschaubaren Vielfalt von Nachrichtengruppen und Diskussionsforen findet sich zu jedem Thema irgendwo weltweit ein Ansprechpartner. Das Internet verdankt seine immer größer werdende Popularität sicherlich der 1991 entwickelten multimedialen Benutzeroberfläche des „World Wide Web“ (WWW).

Da im Internet/WWW alle Daten gleichwertig behandelt werden, bringen Abfragen mit Hilfe sogenannter Suchmaschinen zu einem Schlagwort häufig Listen mit einer riesigen Zahl von Fundstellen, die für das Anliegen überwiegend irrelevant sind. Dazwischen kann sich aber irgendwo auch ein wichtiges Dokument verbergen. So finden sich Thesen eines Mittelstufenschülers zur Dioxinproblematik „gleichwertig“ neben Publikationen international anerkannter Experten, Pressemitteilungen

staatlicher Organisationen neben Werbeanzeigen zweifelhafter Sanierungsfirmen, Diskussionsbeiträge von Bürgerinitiativen etc. stehen neben amtlichen Verlautbarungen. Das Internet ist somit z.Z. noch weit davon entfernt, als zuverlässiger Informationspool zu dienen, da es neben zahlreichen „seriösen“ Informationsanbietern (einige Beispiele sind der Abbildung 5 zu entnehmen) eine sehr viel größere Zahl von Anbietern gibt, die zwar graphisch interessant gestaltete Web-Seiten zeigen, aber kaum etwas Wissenswertes mitzuteilen haben.

Bundesinstitutionen	
BMGesundheit	http://www.bmgesundheit.de/
BM für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit	http://www.bmu.de/
Willkommen beim Umweltbundesamt	http://www.umweltbundesamt.de/
Robert Koch-Institut	http://www.rki.de/
Informationen aus dem BgVV	http://www.bgvv.de/
Bundesamt für Strahlenschutz	http://www.bfs.de/
Statistisches Bundesamt Wiesbaden	http://www.statistik-bund.de/
DIMDI	http://www.dimdi.de/
Deutsches Krebsforschungszentrum Heidelberg	http://www.dkfz-heidelberg.de/home.htm
Deutsches Ärzteblatt	http://www.aerzteblatt.de/
Informationszentrale gegen Vergiftungen	http://www.meb.uni-bonn.de/giftzentrale/
GSF - Willkommen	http://www.gsf.de/
Homepage UMINFO	http://www.uminfo.de/
WHO/Europe homepage	http://www.who.dk/
National Jewish Medical and Research Center	http://www.njc.org/index_list.html
HealthGate home page	http://www.healthgate.com/

Abb. 5: Beispielhafte Internet-Adressen in Form sog. Lesezeichen

In zunehmenden Maße werden Datennetze und Online-Dienste auch von den „Mediengiganten“ als neuer kommerzieller Bereich aufgebaut. Sowohl der zu einer Verlagsgesellschaft gehörende Health Online Service als auch der elektronischer Gesundheitsdienst der eigens hierfür gegründeten Gesundheitsgesellschaft bieten Gesundheitsinformationen an. Beide Systeme postulierten hohe Ansprüche bezüglich Qualität und Service, konnten aber jeder für sich alleine in den kalkulierten Zeiträumen nicht die erwarteten Erfolge verbuchen. Infolgedessen wurde ein gemeinsames Konzept für einen professionellen Online-Dienst für Ärzte erstellt, an dem seit Mai 1997 beide Unternehmen beteiligt sind. Die zukünftige Bedeutung dieser Kooperation für den ärztlichen Alltag ist derzeit nicht abzuschätzen. Auch hinsichtlich der Nutzungsmöglichkeiten des von der Bundesärztekammer und der Kassenärztlichen Bundesvereinigung initiierten Deutschen Gesundheitsnetzes (DGN) für die Beurteilung umweltbezogener Gesundheitsrisiken können zur Zeit noch keine Aussagen gemacht werden. Dies gilt ebenso für das unter der Schirmherrschaft des ehemaligen Bundesministeriums für Post und Telekommunikation etablierte Medical Network. Das sich durch extrem schnelle Veränderungen

auszeichnende Gebiet der Kommunikationstechnologien bringt es leider mit sich, daß immer wieder konzeptionell interessante und großdimensionierte Ansätze in der sich anschließenden praktischen Realisierung deutlich bescheidener beurteilt werden müssen.

2.5.3 Das Umweltmedizinische Mailbox-Projekt UmInfo

Um allen, die sich mit Fragen aus dem Bereich „Umwelt und Gesundheit“ beschäftigen, eine einfach zu handhabende, überall nutzbare und vor allem überschaubare Kommunikations- und Informationsstruktur zu bieten, wurde auf der Basis einer Mailbox-Software mit grafischer Benutzeroberfläche (FirstClass®) das Umweltmedizinische Informationsforum UmInfo unter aktiver Mitgestaltung seitens der Nutzer aufgebaut. Die Dokumentations- und Informationsstelle für Umweltfragen (DISU) in Osnabrück und das Robert Koch-Institut (RKI) in Berlin bildeten hierbei die konzeptionelle Basis. Für die Nutzung des Systems fallen nur die tageszeit- und entfernungsabhängigen Telefongebühren an. Derzeit wird DISU im Rahmen eines UFOPLAN-Vorhabens vom UBA finanziert.

Auf dem Mailbox-Rechner sind neben persönlichen „elektronischen Briefkästen“ zahlreiche „schwarze Bretter“ (Konferenzen) zum Abrufen von Volltextinformationen (Beurteilungskriterien, Hintergrundwerte, toxikologische Basisinformationen etc.) zum Erfahrungsaustausch bzw. kritischen Dialog mit den Kollegen, für Literaturtips und Veranstaltungshinweise etc. vorhanden (Abbildung 6).

Der Zugriff auf die Mailbox wird für jedes Mitglied über eine Benutzerkennung („User-ID“) und ein persönliches Paßwort geregelt, die ein „fremdes Eindringen“ erschweren. Jedem Nutzer können selektive Zugriffsrechte (Lese-, Schreibrechte etc.) eingeräumt werden. Weiterhin ist es möglich, Nutzergruppen eigene Kommunikationsebenen zur „internen Diskussion“ zur Verfügung zu stellen. In der Mailbox ist beispielsweise ein „schwarzes Brett“ *Gesundheitsämter* für die Kommunikation innerhalb des Öffentlichen Gesundheitsdienstes vorhanden. Auch Dermatologen und Kinder- und Jugendärzte haben jeweils ihre eigene Ebene in der Mailbox.

Inzwischen ist für die Mehrheit der Nutzer über 12 Regionalknotenrechner ein kostengünstiger Zugang zum City- oder Region 50 Tarif möglich. Parallel hierzu hat die DISU über das Internet einen *direkten* Zugang zum UMINFO realisiert. Hierbei wird die *technische* Infrastruktur des Internet zur Datenübertragung genutzt. Dies bietet den doppelten Vorteil, daß sich Teilnehmer bundesweit zum Ortstarif (allerdings über einen meist kostenpflichtigen Internet-Provider) in das UmInfo einwählen können und gleichzeitig die in FirstClass vorhandene hohe Datensicherheit gewährleistet bleibt.

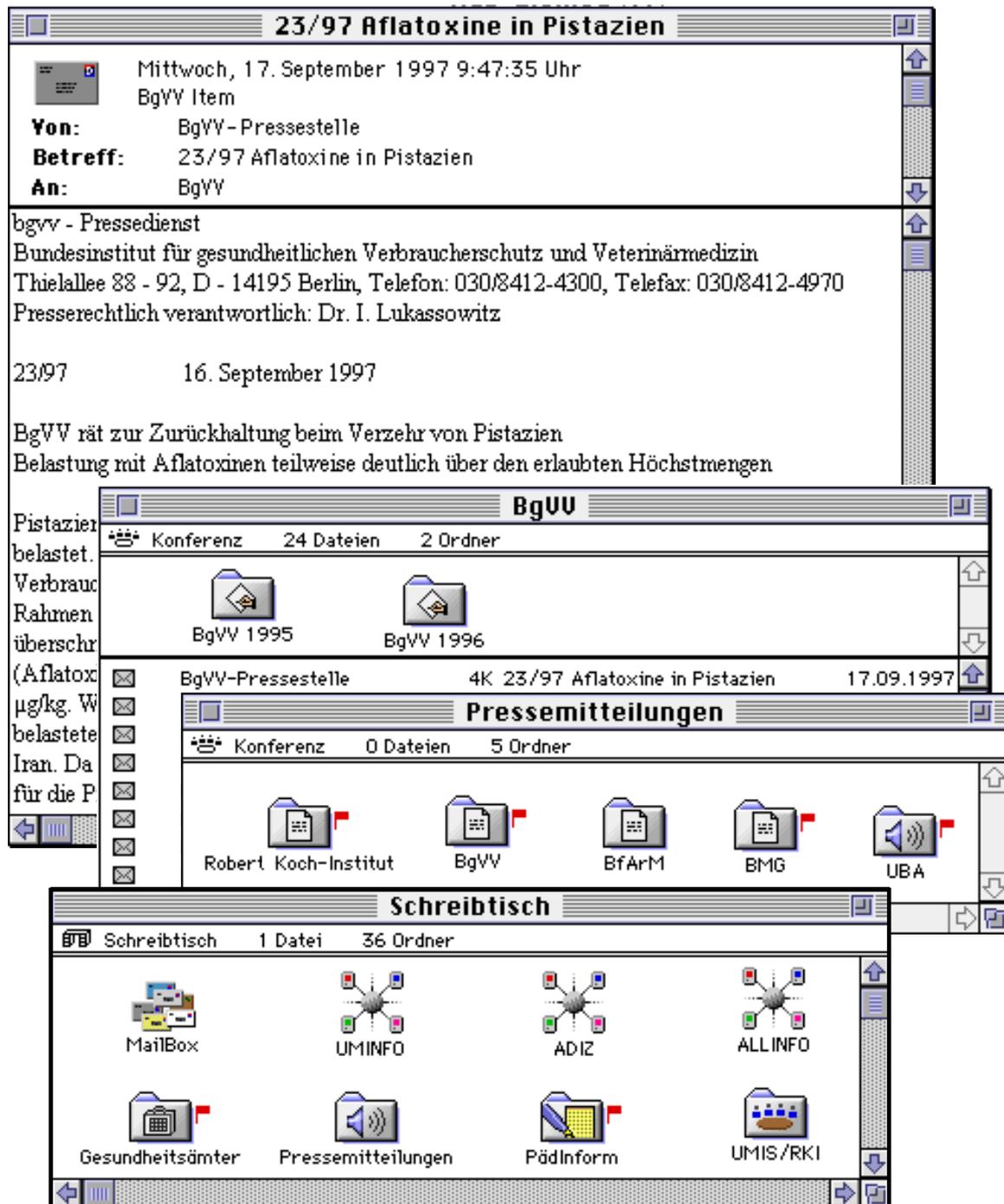


Abb. 6: Der Weg über Konferenzen und Inhaltsverzeichnisse zum Volltextdokument

2.5.4 „Offline-Systeme“

Die Datenbank CHEMIS: Für Altstoffe liegen in der wissenschaftlichen Literatur in vielen Fällen ausreichende Beschreibungen ihrer Eigenschaften und der z.T. sehr umfangreichen Untersuchungsergebnisse vor. Häufig wird aber vor allem bei Unfällen eine kurzgefaßte Beurteilung notwendig. Die

Angaben und Aussagen sollten dazu übersichtlich zusammengefaßt und dokumentiert sein, um somit eine schnelle Informationsmöglichkeit über die Gefährlichkeit von Altstoffen anzubieten. Hierzu wurde im Bundesinstitut für gesundheitlichen Verbraucherschutz und Veterinärmedizin (BgVV) im Zusammenwirken mit dem Umweltbundesamt das Chemikalien-Informationssystem CHEMIS als Datenbank für gesundheits- und umweltrelevante Stoffe eingerichtet, die in der Bundesrepublik in Verkehr gebracht werden. CHEMIS erhebt keinen Anspruch auf Vollständigkeit. Sie versucht, einen zusammenfassenden Überblick über das Gefahrenpotential des jeweiligen Altstoffes aufzuzeigen und eine Abschätzung der Stoffeigenschaften zu ermöglichen. In der Datenbank sind neben physikalisch-chemischen Daten, (öko)toxikologischen Informationen, Vorschriften der Gefahrstoffverordnung etc. auch Angaben zur Verwendung, Handhabung und zu Maßnahmen zum Schutz bei Vergiftungen, Brand oder Leckagen zu den jeweiligen Stoffen enthalten. So haben beispielsweise Bundes- und Länderbehörden, Gesundheits- und Umweltämter sowie andere Stellen des Öffentlichen Dienstes die Möglichkeit, im akuten Fall auf der Basis dieser Information eine erste Einschätzung möglicher Gefahren für den Verbraucher und damit zum Schutz der allgemeinen Gesundheit vorzunehmen. Die Updates erfolgen in Form komprimierter Datensätze auf Diskette und als E-Mail.

Die Datenbank ULIDAT umfaßt Umweltfachliteratur, größtenteils mit inhaltlicher Kurzbeschreibung. Sie enthält mehr als 300.000 Literaturhinweise, darunter etwa 3.000 Zitate zum Thema Umwelt und Gesundheit. Sie wird monatlich um etwa 2500 neue Eintragungen erweitert.

Die Datenbank UFORDAT hat einen Datenbestand von 51.000 Forschungs- und Entwicklungsprojekten von 9.500 Forschungsinstitutionen aus Deutschland, Österreich und der Schweiz (Stand April 1998). Sie wird halbjährlich um je etwa 1000 neue Projektbeschreibungen ergänzt.

Die Datenbank URDB enthält seit 1982 das Deutsche (URBL) und das Europäische Umweltrecht (UREG), das Umweltvölkerrecht (URVO) und die Rechtsprechung zum Umweltschutz (URRS). Sie wird monatlich aktualisiert.

Die einschlägigen Informationen (z.Zt. 3000 aus ULIDAT, 2700 aus URDB und etwa 100 aus UFORDAT) sollten über UmInfo verfügbar gemacht werden.

Das Noxen-Informationssystem NIS: Das ursprünglich nur für den Öffentlichen Gesundheitsdienst in NRW konzipierte Noxen-Informationssystem NIS wird inzwischen bundesweit von zahlreichen Gesundheitsämtern genutzt und unter Beteiligung der Länder systematisch auf der Basis von Stofflisten und Arbeitsvereinbarungen inhaltlich weiter ausgebaut. Ein Beirat zum NIS unterstützt die Qualitätssicherung. Die Updates erfolgen etwa halbjährig auf CD-ROM durch das Landesinstitut für den Öffentlichen Gesundheitsdienst (LÖGD) in Bielefeld.

Zur vollständigen Nutzung aller Datenbankmodule werden allerdings neben dem Computer mit CD-ROM-Station zusätzlich ein Modem einschließlich online-Zugangsberechtigung zum DIMDI und zahlreiche Druckwerke benötigt. Aufgrund der nicht unerheblichen Kosten für eine vollständige Ausrüstung wird das System von den meisten Gesundheitsämtern hauptsächlich als Faktendatenbank genutzt. In der stoffbezogenen Faktendatenbank sind u.a. Informationen zu Expositionsmöglichkeiten, zur Toxikologie und zu Grenz- und Richtwerten abrufbar. Physikalische und biologische "Problem-

felder” werden vom NIS nicht aufgegriffen. Trotz einer noch relativ geringen Anzahl von “bearbeiteten” Noxen stellt das NIS bereits ein wichtiges Grundgerüst für den umweltmedizinischen Alltag im Gesundheitsamt dar. Zur Zeit werden auch Kriterien und Modalitäten erarbeitet, die z.B. Ärzten mit der Zusatzbezeichnung Umweltmedizin ebenfalls die Nutzung des NIS ermöglichen sollen.

2.5.5 Gemeinsamer Zentraler Stoffdatenpool Bund / Länder (GSBL)

Gesicherte, aktuelle und umfassende Informationen über umweltrelevante Eigenschaften von Stoffen und Zubereitungen sind für alle Bereiche des Umweltschutzes und zur Gefahrenabwehr von großer Bedeutung. 1994 wurde von den Umweltministern der Länder und des Bundes eine Verwaltungsvereinbarung (VV GSBL) zum Aufbau und Betrieb eines gemeinsamen zentralen Stoffdatenpools beschlossen.

Der gemeinsame Datenpool entsteht durch Zusammenführung bestehender Datenbestände unter einheitlichen Registrierregeln für Stoffe bei abgestimmtem Datenmodell der Faktendaten. Neben Angaben zur genauen Identifizierung, zu Produktionsmengen, Eingruppierungen/Regelungen in diversen Bereichen (Arbeitsschutz, Immissionsschutz etc.) werden im Bereich Umwelt und Gesundheit Daten für folgende Merkmalsbereiche bereitgestellt:

- Umweltverhalten
- Ökotoxikologie
- Toxikologie
 - Toxikologie im Tierversuch
 - Arbeitsmedizin / Wirkung auf den Menschen.

Nutzer des GSBL sind u.a. Einrichtungen des Bundes, der Bundesländer und der Gemeinden sowie private Träger, sofern sie in öffentlichen Auftrag tätig sind.

Dem Bund-Länder-Arbeitskreis “Umweltinformationssysteme” (BLAK UIS) werden regelmäßig Berichte über den Fortschritt der Arbeiten vorgelegt.

Die Arbeiten für den GSBL werden vor allem durch Arbeitsgruppen, die vom Lenkungsausschuß eingesetzt werden, geleistet. Zwischen dem GSBL und anderen Erstellern von Stoffdatenbanken im öffentlich-rechtlichen Bereich findet eine enge Kooperation statt.

Sowohl das BgVV in seiner Verantwortung für das Datenbanksystem CHEMIS als auch ein Vertreter des NIS-Beirats (vgl. Kap. 2.5.4) nehmen regelmäßig an den Sitzungen des Lenkungsausschusses teil. Die Zusammenarbeit mit den für Arbeitsschutz zuständigen Stellen ist durch die Mitwirkung der Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin sowie eines Vertreters der Gefahrstoffdatenbank der Länder im Lenkungsausschuß ebenfalls sichergestellt.